



**VNiVERSiDAD  
D SALAMANCA**

**DPTO. & ENFERMERÍA Y FISIOTERAPIA  
ÁREA & FISIOTERAPIA**

**TESIS DOCTORAL**

**EFICACIA DE UN PROGRAMA DE EJERCICIOS DE  
CONTROL POSTURAL SOBRE EL EQUILIBRIO Y EL  
RIESGO DE CAÍDAS EN ADULTOS MAYORES  
SEDENTARIOS**

**FÁTIMA PÉREZ ROBLEDO**

**SALAMANCA 2018**

---





DPTO. & ENFERMERÍA Y  
FISIOTERAPIA

ÁREA & FISIOTERAPIA

## ***TESIS DOCTORAL***

# **EFICACIA DE UN PROGRAMA DE EJERCICIOS DE CONTROL POSTURAL SOBRE EL EQUILIBRIO Y EL RIESGO DE CAÍDAS EN ADULTOS MAYORES SEDENTARIOS**

**FÁTIMA PÉREZ ROBLEDO**

### **Directores:**

Dr. D. José Ignacio Calvo Arenillas

Dr. D. Jesús Orejuela Rodríguez

Dr. D. Fausto José Barbero Iglesias

**SALAMANCA 2018**

---

---

---

---

Los doctores D. José Ignacio Calvo Arenillas, D. Jesús Orejuela Rodríguez y D. Fausto José Barbero Iglesias, profesores de la Universidad de Salamanca.

CERTIFICAN:

Que la tesis doctoral titulada "Eficacia de un programa de ejercicios de control postural sobre el equilibrio y el riesgo de caídas en adultos mayores sedentarios", realizada por Dña. Fátima Pérez Robledo para optar al grado de Doctor por la Universidad de Salamanca, cumple todos los requisitos necesarios para su presentación y defensa ante el Tribunal que legalmente proceda.

Y para que conste, expedimos el presente certificado en Salamanca a 13 de octubre de 2018.

Fdo. Dr. D. José Ignacio Calvo Arenillas  
*Catedrático de Escuela Universitaria*

Fdo. Dr. D. Jesús Orejuela Rodríguez  
*Profesor Titular de Universidad*

Fdo.: Dr. D. Fausto José Barbero Iglesias  
*Profesor Titular de Universidad*

---

---

---

---

*A papá y mamá, que se lo merecen todo.*

---

---

---



---

## AGRADECIMIENTOS

Gracias en primer lugar y de manera especial a mis tutores. A Jose Ignacio Calvo, por animarme a emprender este proyecto y ser un ejemplo constante de dedicación y esfuerzo. Gracias por todos los proyectos que diriges en los que he tenido la suerte de colaborar.

A Jesús Orejuela, por las oportunidades que me ha ofrecido y los caminos que me ha permitido explorar. Gracias por abrirme las puertas y permitirme descubrir la experiencia docente y el trabajo con pacientes neurológicos.

A Fausto José Barbero, por acompañarme desde el principio en este camino. Gracias por iniciar el proyecto y animarme a continuarlo y por las horas dedicadas a resolver mis dudas y problemas a lo largo de estos años.

Gracias por vuestra paciencia y ayuda, sin ellas este trabajo no habría sido posible.

A los fisioterapeutas encargados de realizar las sesiones del Programa de Equilibrio, José Enrique Artigas y Ana María Sánchez. Gracias por facilitar el trabajo y realizarlo tan eficazmente.

Al Ayuntamiento de Salamanca y la Concejalía de mayores por confiar en este proyecto y proporcionar los medios necesarios para llevarlo a cabo. Gracias en especial a M<sup>a</sup> José, por su implicación e interés desde el principio.

A mis compañeros del proyecto de Revitalización Geriátrica de la Universidad de Salamanca: Beatriz Bermejo, Ana Domínguez, Juan Luis Sánchez y Celia Sánchez. También a los que estuvieron y a los que vendrán. Gracias por la motivación para involucrarnos en nuevos retos y por la confianza y apoyo recibidos en los momentos de crisis.

---

---

A todos los profesores del Área de Fisioterapia de la Universidad de Salamanca. Por los conocimientos y la experiencia recibida desde mi etapa como estudiante. Gracias por fundar las bases de mi carrera profesional y por facilitarme cualquier proyecto que haya querido llevar a cabo durante estos años.

A mi familia, a mis padres y a mi hermano que han sacrificado todo para que yo pueda cumplir mis sueños. Por los valores que me han inculcado y por hacer que hoy sea la persona que soy. Por aguantar en mis peores momentos poniendo la mejor cara y hacer que los grandes problemas se conviertan en pequeños obstáculos. Gracias por vuestra ayuda en todos los proyectos que he emprendido, por no decir nunca "no" cuando se trata de que pueda alcanzar mis metas. Sin vosotros esto jamás habría sido posible.

A Alex, por su ayuda infinita en este último tramo del camino. Por haber creado ese rincón maravilloso en el que escribir y hacer que todo fuera más fácil.

A mis amigos, especialmente a Natalia, Paula y Sandra. Gracias por ser mi vía de escape, por la cantidad de tiempo que os debo y aún así estar siempre para cuando necesito una evasión. Gracias por ser como sois y por estar. Gracias también a Doc, por sus incansables ánimos para que empezara a escribir. Y a todos los demás, también gracias.

Por último, me gustaría agradecer especialmente a todos los mayores que participaron en el estudio su colaboración y entusiasmo. A ellos y a todos los demás que participan de los programas de la Universidad, gracias. Por hacer que este y otros trabajos hayan sido posibles.

A todos vosotros.

Gracias.

---

---

# ÍNDICE

ÍNDICE .....	5
ABREVIATURAS .....	9
<b>1.- INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>13</b>
<b>2.- MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>19</b>
<b>2.1.- CONTROL POSTURAL .....</b>	<b>25</b>
2.1.1.- POSTURA Y EQUILIBRIO .....	25
2.1.1.1.- POSTURA .....	25
2.1.1.2.- EQUILIBRIO .....	26
2.1.1.3.- CENTRO DE GRAVEDAD .....	27
2.1.1.4.- BASE DE SUSTENTACIÓN Y ÁREA DE APOYO .....	28
2.1.1.5.- LÍNEA DE GRAVEDAD .....	29
2.1.1.6.- ESTABILIDAD POSTURAL .....	30
2.1.1.7.- COMPONENTES DEL EQUILIBRIO .....	31
2.1.2.- DESARROLLO DEL EQUILIBRIO .....	31
2.1.3.- EFECTORES POSTURALES .....	34
2.1.3.1.- EFECTORES MUSCULARES .....	34
2.1.3.2.- EFECTORES NERVIOSOS .....	35
2.1.3.3.- EFECTORES SENSORIALES .....	38
2.1.4.- ESTRATEGIAS POSTURALES .....	40
2.1.5.- AJUSTADORES POSTURALES .....	42
2.1.5.1.- AJUSTES POSTURALES ANTICIPATORIOS .....	43
2.1.5.2.- AJUSTES POSTURALES COMPENSATORIOS .....	44
2.1.6.- FACTORES QUE INFLUYEN SOBRE LA ESTABILIDAD .....	45
2.1.7.- EVALUACIÓN DEL EQUILIBRIO .....	46
<b>2.2.- ENVEJECIMIENTO .....</b>	<b>48</b>
2.2.1.- EPIDEMIOLOGÍA Y DEMOGRAFÍA .....	48
2.2.2.- TEORÍAS DEL ENVEJECIMIENTO .....	55
2.2.2.1.- TEORÍAS GENÉTICAS .....	57
2.2.2.2.- TEORÍAS AMBIENTALES .....	60
2.2.2.3.- TEORÍA SENS .....	62
2.2.3.- CAMBIOS BIOLÓGICOS EN EL ENVEJECIMIENTO .....	63
2.2.3.1.- SISTEMAS SENSORIALES .....	64
2.2.3.2.- SISTEMAS ORGÁNICOS .....	68
2.2.4.- CONTROL POSTURAL EN EL ENVEJECIMIENTO .....	74
2.2.5.- PATOLOGÍAS EN EL ENVEJECIMIENTO .....	75
2.2.6.- ENVEJECIMIENTO SALUDABLE .....	77
<b>2.3.- CAÍDAS .....</b>	<b>79</b>
2.3.1.- DEFINICIÓN Y EPIDEMIOLOGÍA .....	79

---

---

2.3.2.- CONSECUENCIAS DE LAS CAÍDAS.....	81
2.3.2.1.- MORTALIDAD.....	81
2.3.2.2.- MORBILIDAD.....	82
2.3.3.- FACTORES DE RIESGO DE CAÍDAS.....	86
2.3.3.1.- FACTORES INTRÍNSECOS.....	87
2.3.3.2.- FACTORES EXTRÍNSECOS.....	89
2.3.3.3.- FACTORES DE RIESGO PARA CAÍDAS CON LESIONES.....	91
2.3.4.- GRUPOS DE RIESGO.....	92
2.3.5.- EVALUACIÓN DEL RIESGO DE CAÍDAS.....	93
2.3.6.- INTERVENCIONES PARA REDUCIR EL RIESGO DE CAÍDAS.....	94
<b>2.4.- EJERCICIO FÍSICO EN ADULTOS MAYORES.....</b>	<b>95</b>
2.4.1.- EFECTOS DEL EJERCICIO FÍSICO.....	97
2.4.1.1.- EFECTOS SOBRE LA SALUD.....	97
2.4.1.2.- EFECTOS SOBRE DIFERENTES PATOLOGÍAS.....	99
2.4.2.- EJERCICIO FÍSICO, EQUILIBRIO Y CAÍDAS.....	101
2.4.3.- CONTRAINDICACIONES.....	103
2.4.3.1.- CONTRAINDICACIONES ABSOLUTAS.....	103
2.4.3.2.- CONTRAINDICACIONES RELATIVAS.....	104
<b>2.5.- SEDENTARISMO.....</b>	<b>105</b>
2.5.1.- EPIDEMIOLOGÍA DEL SEDENTARISMO.....	107
2.5.2.- PROBLEMAS DE SALUD ASOCIADOS AL SEDENTARISMO.....	110
2.5.3.- IMPACTO ECONÓMICO DEL SEDENTARISMO.....	113
2.5.4.- SEDENTARISMO Y CONTROL POSTURAL.....	114
2.5.5.- MEDIDAS IMPLANTADAS PARA REDUCIR EL SEDENTARISMO.....	115
<b>3.- OBJETIVOS E HIPÓTESIS DE TRABAJO.....</b>	<b>117</b>
3.1.- HIPÓTESIS DE TRABAJO.....	119
3.2.- OBJETIVOS.....	119
<b>4.- MATERIAL Y MÉTODOS.....</b>	<b>121</b>
4.1.- DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	123
4.2.- POBLACIÓN DE ESTUDIO.....	124
4.2.1.- CRITERIOS DE INCLUSIÓN.....	125
4.2.2.- CRITERIOS DE EXCLUSIÓN.....	126
4.3.- PLANIFICACIÓN E INTERVENCIÓN.....	126
4.3.1.- PLANIFICACIÓN.....	126
4.3.2.- INTERVENCIÓN.....	128
4.3.2.1.- ESTRUCTURACIÓN DE LA SESIÓN BÁSICA.....	129
4.3.2.2.- PLANIFICACIÓN DE LAS SESIONES.....	159
4.4.- EVALUACIONES.....	160

---

---

4.4.1.- ESTUDIO DEL NIVEL DE ACTIVIDAD FÍSICA.....	162
4.4.2.- MEDICIONES ANTROPOMÉTRICAS .....	163
4.4.2.1.- PROCEDIMIENTO DE MEDIDA DEL PESO.....	163
4.4.2.2.- PROCEDIMIENTO DE MEDIDA DE LA ALTURA .....	164
4.4.2.3.- ESTUDIO DEL ÍNDICE DE MASA CORPORAL.....	164
4.4.3.- ESCALA DE TINETTI.....	165
4.4.3.1.- PROCEDIMIENTO PARA MEDIR LA ESCALA DE TINETTI.....	166
4.4.4.- TEST TIMED UP&GO CRONOMETRADO .....	170
4.4.5.- TEST DE ESTANCIA UNIPODAL .....	171
4.4.6.- ESCALA DE EQUILIBRIO AVANZADO DE FULLERTON .....	172
4.4.6.1.- PROCEDIMIENTO PARA MEDIR LA FAB .....	173
4.4.7.- PRUEBA '30 SECOND CHAIR STAND TEST' .....	179
4.4.7.1.- PROCEDIMIENTO PARA MEDIR LA 30SCST.....	179
4.4.8.- PRUEBA 'FOUR-STAGE BALANCE TEST' .....	180
4.4.8.1.- PROCEDIMIENTO PARA MEDIR LA FSBT.....	181
4.4.9.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS.....	181
4.4.9.1.- VARIABLES DE ESTUDIO .....	183
<b>5.- RESULTADOS.....</b>	<b>191</b>
<b>5.1.- RESULTADOS DESCRIPTIVOS DE LA POBLACION DE ESTUDIO .....</b>	<b>193</b>
5.1.1.- POBLACIÓN DE ESTUDIO.....	193
5.1.1.1.- VARIABLES ANTROPOMÉTRICAS .....	196
5.1.1.2.- PRUEBAS FUNCIONALES.....	198
5.1.2.- EVALUACIÓN INICIAL .....	213
5.1.2.1.- VARIABLES SOMÁTICAS Y ANTROPOMÉTRICAS .....	214
5.1.2.2.- PRUEBAS FUNCIONALES.....	218
5.1.3.- ADHERENCIA AL PROGRAMA.....	223
5.1.3.1.- DIAGRAMA DE FLUJO .....	225
<b>5.2.- RESULTADOS INFERENCIALES .....</b>	<b>226</b>
5.2.1.- EFECTO DE LA INTERVENCIÓN EN LAS PRUEBAS FUNCIONALES .....	226
5.2.2.- EFECTO DE LA INTERVENCIÓN EN FUNCIÓN DE LA EDAD .....	234
5.2.3.- DIFERENCIAS EN EL NÚMERO DE CAÍDAS EN FUNCIÓN DEL GRUPO DE INTERVENCIÓN ..	240
<b>6.- DISCUSIÓN.....</b>	<b>243</b>
<b>6.1.- MUESTRA DEL ESTUDIO .....</b>	<b>245</b>
6.1.1.- TAMAÑO MUESTRAL .....	245
6.1.2.- PARTICIPACIÓN .....	247
6.1.3.- CAPTACIÓN DE LA MUESTRA .....	247
6.1.4.- ASPECTOS DEMOGRÁFICOS.....	248
6.1.5.- ASPECTOS ANTROPOMÉTRICOS .....	249
<b>6.2.- DISEÑO DE LA INTERVENCIÓN .....</b>	<b>251</b>
<b>6.3.- PRUEBAS FUNCIONALES .....</b>	<b>257</b>

---

---

6.3.1.- ESCALA DE TINETTI .....	257
6.3.2.- TEST TIMED UP&GO .....	257
6.3.3.- TEST DE ESTANCIA UNIPODAL .....	258
6.3.4.- ESCALA DE EQUILIBRIO AVANZADA DE FULLERTON .....	259
6.3.5.- 30 SECOND CHAIR STAND TEST .....	260
6.3.6.- FOUR-STAGE BALANCE TEST.....	260
6.3.7.- ASPECTOS COMPARATIVOS ENTRE LAS PRUEBAS FUNCIONALES .....	261
<b>6.4.- EFECTOS DE LAS INTERVENCIONES.....</b>	<b>264</b>
6.4.1.- EFECTOS ANTROPOMÉTRICOS.....	264
6.4.2.- EFECTOS SOBRE LAS PRUEBAS FUNCIONALES.....	264
6.4.3.- EFECTOS EN FUNCIÓN DEL GRUPO DE EDAD .....	267
6.4.4.- EFECTOS EN FUNCIÓN DEL GRUPO DE INTERVENCIÓN.....	268
6.4.5.- EFECTOS SOBRE LAS CAÍDAS .....	270
<b>6.5.- LIMITACIONES DEL ESTUDIO .....</b>	<b>271</b>
<b>6.6.- DISCUSIÓN FINAL .....</b>	<b>272</b>
<b>7.- CONCLUSIONES.....</b>	<b>277</b>
<b>8.- BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>281</b>
<b>9.- ANEXOS .....</b>	<b>305</b>
ANEXO 1.- Aceptación del Comité de Bioética .....	307
ANEXO 2.- Consentimiento informado .....	308
ANEXO 3.- Cuaderno de ejercicios de Otago (140).....	313
<b>10.- TABLAS, GRÁFICOS E IMÁGENES.....</b>	<b>319</b>
<b>10.1.- ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>321</b>
<b>10.2.- ÍNDICE DE GRÁFICOS .....</b>	<b>323</b>
<b>10.3.- ÍNDICE DE IMÁGENES.....</b>	<b>327</b>

---

---

## ABREVIATURAS

ADN.-	Ácido desoxirribonucleico.
Ayto.-	Ayuntamiento.
CDC.-	Centros para la Prevención y Control de Enfermedades de Estados Unidos.
cm.-	Centímetros.
CMH.-	Complejo mayor de histocompatibilidad.
Col.-	Colaboradores.
COM.-	Centro de masas corporal (en inglés - Center of mass).
COP.-	Centro de presiones (en inglés - Center of pressure).
Cte.-	Constante.
DT.-	Desviación típica.
E1C.-	Evaluación inicial del grupo control.
E1I.-	Evaluación inicial de los grupos intervención.
E2C.-	Evaluación final del grupo control.
E2I.-	Evaluación final de los grupos intervención.
Ej.-	Ejemplo.
ENS.-	Estadísticamente no significativo.
Excmo.-	Excelentísimo.
F.-	Distribución F de Fisher-Snedecor.
FAB.-	Escala de Equilibrio Avanzada de Fullerton (en inglés - Fullerton Advanced Balance Scale).
FSBT.-	Test de Equilibrio en Cuatro Posiciones (en inglés - Four Stage Balance Test).
FSST.-	Test de Cuatro Pasos en Cuadrado (en inglés - Four Square Step Test).

---

---

GC.-	Grupo control.
GI.-	Grupo intervención.
GIA.-	Grupo de intervención de activos.
GIS.-	Grupo de intervención de sedentarios.
IMC.-	Índice de masa corporal.
Kg.-	Kilogramos.
Kg/m <sup>2</sup> .-	Kilogramos divididos por metros al cuadrado.
M.-	Media.
m.-	Metros.
mm.-	Milímetros.
n.-	Tamaño muestral.
OMS.-	Organización Mundial de la Salud.
OLS.-	Test de Estancia Unipodal (en inglés - One Leg Stance Test).
PI.-	Período de intervención.
PReGe.-	Programa de Revitalización Geriátrica.
r.-	Coeficiente de correlación de Pearson.
RC.-	Restricción calórica.
SENS.-	Estrategias para la senescencia negligible ingenierizada (en inglés - Strategies of Engineered Negligible Senescence).
SOD.-	Superóxido dismutasa.
SNA.-	Sistema nervioso autónomo.
SNC.-	Sistema nervioso central.
TCE.-	Traumatismo craneoencefálico.
TUG.-	Test Up&Go cronometrado (en inglés - Timed Up&Go Test).
U.-	Prueba U de Mann-Whitney.

---



---

W.- Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon.

w.- Varios.

$\chi^2$ .- Prueba de Kruskal-Wallis.

$\rho$ .- Coeficiente de correlación de Spearman.

---

---



## **1.- INTRODUCCIÓN**

---

---

---

El envejecimiento de una población es un fenómeno determinado por la tasa de fecundidad y el aumento en la esperanza de vida, el cuál señala un incremento de la proporción de personas mayores de 65 años dentro de una población concreta. Actualmente, a nivel mundial, se está produciendo un envejecimiento de todas las poblaciones, siendo España uno de los países que lideran este proceso.

El envejecimiento está asociado a una serie de cambios biológicos, los cuáles suponen una mayor predisposición a padecer determinadas patologías. En una población que cuenta cada vez con un mayor número de personas mayores, esto implica una serie de consecuencias a nivel social, sanitario y económico. Uno de los problemas principales que encontramos dentro de este grupo de edad es la alta incidencia de caídas, acompañada de las consecuencias derivadas de ellas. Las caídas suponen un problema con gran impacto en nuestra sociedad, tanto sobre la salud de las personas como sobre la economía de cada país. El envejecimiento conlleva una serie de cambios que convierten a los adultos mayores en personas propensas a caerse, debido fundamentalmente a una disminución en su equilibrio. El equilibrio es un proceso complejo que se ve afectado por el envejecimiento, debido a cambios como la pérdida de visión, la reducción en la información propioceptiva o las alteraciones auditivas y vestibulares. Todo ello se traduce en que, a medida que las personas envejecen, cuentan con un peor equilibrio y como consecuencia aumenta su riesgo de caídas.

Uno de los factores que aumentan el riesgo de caídas es el sedentarismo. Un elevado número de adultos mayores en nuestro país sigue un estilo de vida sedentario, situando a España entre los países europeos menos activos. La inactividad física, además de influir negativamente sobre el equilibrio,

---

supone una serie de problemas asociados que se solventarían con un cambio en el estilo de vida de la población mayor. Desde las principales instituciones y gobiernos se toman medidas para afrontar este problema.

El Área de Fisioterapia de la Universidad de Salamanca, junto con la Concejalía de Mayores del Excelentísimo Ayuntamiento de Salamanca, ha desarrollado Programas de Revitalización Geriátrica (PReGe) desde hace más de 20 años con el objetivo de mantener a los adultos mayores activos y prevenir los problemas derivados del sedentarismo. El PReGe, dirigido por el Dr. D. José Ignacio Calvo Arenillas, ha demostrado su eficacia mejorando la salud de sus participantes y manteniendo a las personas activas.

Sin embargo, con el paso de los años, se detectaron necesidades especiales y se incorporaron los Programas de Fisioterapia Específica. Entre estas necesidades se valoró la posibilidad de ofertar un programa de ejercicio de menor intensidad, que influyese directamente sobre el equilibrio, para intentar disminuir el riesgo de caídas en la población de mayores del municipio Salamanca. Otro de los objetivos planteados fue acceder a la población sedentaria, ofreciendo un programa más específico y con una intensidad adaptada a sus necesidades.

En este marco se encuadra nuestro estudio, en el que se desarrolla un Programa de Equilibrio, que incluye ejercicios de control postural para mejorar el equilibrio y disminuir el riesgo de caídas en nuestra población, además de determinar posibles diferencias entre personas sedentarias y activas.

---



## **2.- MARCO TEÓRICO**

---

---

---



---

## **2.1.- CONTROL POSTURAL**

### **2.1.1.- POSTURA Y EQUILIBRIO**

La postura ha sido definida en numerosas ocasiones. Sin embargo, aunque todas las definiciones asemejan el concepto, algunas agregan matices que hacen más fácil su comprensión. La postura es la posición del tronco relativa a la de los miembros, y en conjunto, como un todo en el espacio (1). Es también la posición de un cuerpo o un segmento corporal en relación a la gravedad que resulta del equilibrio entre las fuerzas antigravitatorias y la gravedad (2). Esta posición resulta también del equilibrio muscular y la coordinación neuromuscular (3).

#### **2.1.1.1.- POSTURA**

La postura se puede definir desde tres puntos de vista. El sistema coordinado egocéntrico, que es la posición de las diferentes partes del cuerpo con respecto a sí mismas; el sistema coordinado exocéntrico, que sería la posición del cuerpo con respecto al ambiente; y el sistema coordinado geocéntrico, que es la posición del cuerpo con respecto al campo gravitatorio (4).

El ser humano, como parte de su evolución, adoptó una posición bípeda. Esta posición ofrece una serie de ventajas evolutivas, como la liberación de las extremidades superiores para la prensión y la manipulación, necesarias para la diferenciación y el continuo desarrollo evolutivo de nuestra especie.

---

Sin embargo, la adopción de esta postura, supone una serie de inconvenientes, sobre todo a la hora de mantener el equilibrio. El principal problema es la menor base de sustentación, que dificulta el mantenimiento del centro de gravedad dentro de ella. Otro elemento que dificulta el equilibrio es el distanciamiento del centro de gravedad de la base de sustentación (5).

#### **2.1.1.2.- EQUILIBRIO**

El equilibrio se define como la habilidad de conservar el centro de masas dentro de la base de sustentación (6). El equilibrio en bipedestación significa que existe un reparto uniforme de los pesos corporales alrededor del eje longitudinal del cuerpo (5). La capacidad de conservar el equilibrio en posición bípeda es una habilidad compleja y crítica durante toda la vida de una persona (7). Es imprescindible en nuestras actividades cotidianas como son la comunicación, la alimentación, la manipulación o la locomoción (5). Es una capacidad compleja que requiere de la interacción de múltiples sistemas fisiológicos requeridos en diversas actividades funcionales, como son la movilidad o las estrategias para evitar caídas (8).

Dentro del equilibrio se pueden definir tres estados diferentes. El equilibrio estable es aquel que ocurre cuando un cuerpo se sitúa en una posición determinada, en la que necesita un esfuerzo para mantener su centro de gravedad elevado. El equilibrio inestable aparece cuando se ejerce un impulso sobre un cuerpo que estaba en equilibrio. Y por último, el equilibrio neutral se produce cuando se perturba un objeto cuyo centro de gravedad no está ni bajo ni alto (3).

---

Para entender el equilibrio es necesario conocer algunos conceptos, como son el centro de gravedad, la base de sustentación, el área de apoyo y la línea de gravedad.

#### **2.1.1.3.- CENTRO DE GRAVEDAD**

El centro de gravedad es el punto donde se aplica la resultante de las fuerzas gravitatorias que actúan en los diversos puntos del cuerpo humano. Es un punto variable en función de la edad, el sexo y la estructura corporal (2). En bipedestación se sitúa entre el 55 y el 59% de la altura de la persona, más bajo en mujeres que en hombres y también desciende con la edad; desde la altura aproximada de la vértebra dorsal séptima hasta la primera sacra (3). No es un punto fijo, sino que se va desplazando, por lo que la situación corporal es variable (2).

El centro de gravedad se determina a partir del centro de masas corporal (COM) y el centro de presiones (COP). El COM es la posición promedio de todas las partículas de masa que forman el cuerpo. El COP es el punto sobre el que se aplica la resultante de todas las fuerzas de presión ejercidas sobre un cuerpo. Los dos intervienen de manera importante en el proceso de control motor. El control motor se define de acuerdo a diferentes teorías. Según la teoría jerárquica, el sistema nervioso se organiza en diferentes estructuras de control. Establece que la primera sería la acción, la segunda el espacio, la tercera los enlaces músculo-articulares y, por último, se situaría el tono. Para mantener el control postural, muchas sinergias, del nivel músculo-articular, se regulan para mantener el equilibrio en diferentes tareas y entornos. Pueden generar variables de orden superior, que pertenecen al orden de espacio, como son el COM y el COP. En el análisis de la postura, el COP es la variable de control y el COM es la variable

---

controlada. La coordinación entre ambos es lo que va a dar lugar a un control postural que implique a todos los segmentos corporales (9). Por lo tanto, el COM y el COP son dos variables que están íntimamente relacionadas con el mantenimiento de la postura estable, pero que han sido generadas por elementos de orden inferior.

#### 2.1.1.4.- BASE DE SUSTENTACIÓN Y ÁREA DE APOYO

La base de sustentación es la superficie que se encuentra por debajo del cuerpo, sin ser necesario que éste contacte con dicha superficie (5). En la posición bípeda, esta superficie se conforma por el polígono delimitado por los bordes externos de los pies y las líneas que unen las partes más posteriores de los talones y las más anteriores de los antepiés (2) (*Imagen 1*).

El área de apoyo en cambio es la superficie que se encuentra en contacto con el cuerpo y se sitúa dentro de la base de sustentación. Sobre ella se pueden descargar pesos para reducir el esfuerzo contra la gravedad (5). En la posición bípeda, este área se conforma por la superficie delimitada por el talón, con el borde externo del 5º dedo y el interno del primer dedo de cada pie (2) (*Imagen 1*).

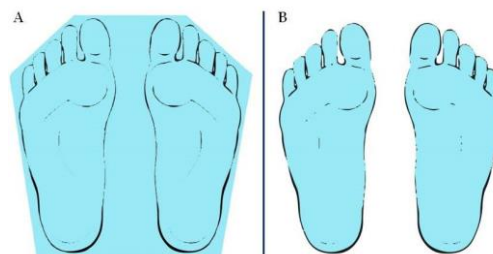


Imagen 1.- Base de sustentación y área de apoyo. En la imagen A: En azul, la base de sustentación de una persona en bipedestación. En la imagen B: En azul, el área de apoyo de una persona en bipedestación.

---

Cuanto mayor sean la base de sustentación y el área de apoyo, menor esfuerzo se requerirá para mantener el equilibrio, independientemente de la posición (5). También se consigue mayor estabilidad postural cuánto más bajo se encuentre el centro de gravedad y más amplia sea la base de sustentación (1).

#### **2.1.1.5.- LÍNEA DE GRAVEDAD**

La línea de gravedad es una línea imaginaria que uniría el centro de gravedad del cuerpo con el centro de la tierra. Varía con los cambios de posición del cuerpo (2). En la posición de bipedestación, esta línea atraviesa las siguientes estructuras anatómicas: la apófisis mastoides, el acromion, las uniones de las curvas anteroposteriores de la columna, el trocánter mayor del fémur, la articulación de la rodilla y los maleolos laterales (3). La posición ideal se puede ver en la imagen 2.



Imagen 2.- Línea de gravedad de una persona en bipedestación (3).

---

#### **2.1.1.6.- ESTABILIDAD POSTURAL**

La estabilidad postural se define como el estado en el que todas las fuerzas que actúan sobre el cuerpo están equilibradas de tal forma que el cuerpo se mantiene en una posición (equilibrio estático) o es capaz de moverse sin perder el equilibrio (equilibrio dinámico) (4). El equilibrio dinámico consiste en la capacidad de mantener la posición bípeda mientras se realizan movimientos controlados (10). El control del equilibrio dinámico es necesario para la correcta preparación y ejecución de los movimientos voluntarios. La diferencia con el equilibrio estático es que en este el COM se proyecta siempre dentro de la base de sustentación, mientras que durante la ejecución de un movimiento, como la locomoción, la proyección del COM raramente se sitúa dentro de la base de sustentación; pero tiene que estar continuamente controlado para mantener el equilibrio dinámico. El mantenimiento del equilibrio requiere de un control de las fuerzas a las que se ve sometido el cuerpo para mantener el COM dentro de los límites de la estabilidad (11). Sin embargo, el mantenimiento del COM dentro de los límites de la estabilidad no es suficiente para el mantenimiento de la postura, sino que además se precisa de una coordinación de las partes del cuerpo, entre ellas y con respecto al entorno, para cumplir con el objetivo. Es necesario que el tronco, el cuello y las extremidades se coordinen, así como la cabeza y la dirección de la mirada para conseguir un correcto equilibrio (10). De este modo, tanto postura como movimiento son mecanismos estabilizadores. Ante una perturbación grande en la posición bípeda, un paso forma parte de los elementos estabilizadores, es decir, el movimiento estabiliza la postura (12).

---

#### **2.1.1.7.- COMPONENTES DEL EQUILIBRIO**

Los componentes necesarios para el control del equilibrio incluyen elementos fundamentales del sistema motor, como son la fuerza y la coordinación, la estabilidad estática durante el reposo, los límites de la estabilidad que afectan al desplazamiento del COM dentro de la base de sustentación, la orientación corporal en relación con la gravedad, las reacciones posturales para recuperar la estabilidad, los ajustes posturales anticipatorios, la estabilidad dinámica cuando varía la base de sustentación, la integración de información sensorial y la influencia del proceso cognitivo para mantener la estabilidad (7).

#### **2.1.2.- DESARROLLO DEL EQUILIBRIO**

La reactividad postural descrita por Vojta en 1981 es el ajuste ordenado y fluido de todo el cuerpo ante un estímulo adecuado sin movimientos repentinos, en masa o no controlados. Requiere de un control automático de la postura, que es innato y determinado genéticamente.

Desde recién nacido, un bebé puede orientarse ante diferentes estímulos como puede ser un haz de luz, requiriendo para ello de una serie de cambios posturales que permitan esta orientación. Este control postural se activa de manera refleja, involuntariamente.

El control postural es un proceso que pertenece a la ontogénesis motora, es decir, al desarrollo motor específico del organismo o la especie humana desde la fecundación hasta el final del crecimiento y de la diferenciación (13).

---

Durante el primer año de vida el niño alcanza dos grandes hitos de relación con el medio, que son la locomoción bípeda y la prensión radial bimanual. Estos hitos se consiguen a partir de una secuencia ordenada de etapas definidas por los siguientes elementos:

*Los patrones de movimiento.* Durante el desarrollo el recién nacido pasa de realizar movimientos desorganizados con gran inestabilidad a patrones de movimiento más complejos y estables.

*El enderezamiento del cuerpo.* Este enderezamiento es contra la gravedad e intervienen los diferentes sistemas que se encargan del control del equilibrio y la estabilidad.

*Los mecanismos de equilibrio.* Controlan la proyección del centro de gravedad dentro de una base de sustentación cada vez más pequeña (2).

Según Vojta, los elementos básicos para conseguir patrones posturales más maduros son los que se describen a continuación:

*La extensión axial del eje del cuerpo.* Se consigue gracias a la acción sinérgica de la musculatura del tronco. Durante el desarrollo se va consiguiendo mayor extensión axial, de tal manera, que a los tres meses se han extendido la columna cervical y dorsal alta, a los 6 meses hay una extensión completa, y a los 9 meses se comienza con el proceso de extensión en la vertical. Cada etapa requiere de mayor control por parte de la musculatura para pasar del plano horizontal al vertical. En la imagen 3 se puede ver un ejemplo de la situación de la columna en las tres edades citadas.





Imagen 3.- Extensión axial del bebé en diferentes edades. En la foto A, la extensión axial correspondiente a los 3 meses. En la B la correspondiente a 6 meses y en la C, de 9 meses (13).

*El centrado geométrico de las articulaciones.* Se produce a partir de los tres meses por acción sinérgica de la musculatura propia de cada articulación.

*El establecimiento de puntos de apoyo.* Estos puntos se establecen en las extremidades y permiten un enderezamiento en contra de la gravedad (14).

El control postural es innato y acompaña a todo movimiento voluntario que realice el bebé desde recién nacido. Cada movimiento empieza y termina en una postura determinada. Es por ello, que el desarrollo de la musculatura postural del tronco se desarrolla, ontogénicamente, antes que la musculatura fásica ya que, la ontogénesis del enderezamiento tiene mayor importancia desde el punto de vista evolutivo. Si la postura es anterior al movimiento, los mecanismos posturales deben ser los primeros en estructurarse en el SNC durante la maduración de los patrones de movimiento. Cobra tanta importancia que, según el doctor Vojta, es mejor definir la ontogénesis motora del niño como ontogénesis postural (13).

El proceso de maduración del control postural es complejo y requiere de tiempo para su desarrollo. Se necesitan siete años desde el nacimiento de una persona para alcanzar la maduración completa de todos los componentes del equilibrio (7).

---

### **2.1.3.- EFECTORES POSTURALES**

Los efectores posturales encargados del mantenimiento de la postura y el equilibrio se sitúan en diferentes sistemas y niveles.

#### **2.1.3.1.- EFECTORES MUSCULARES**

Los encargados directos de mantener la posición son los elementos músculo-articulares. La musculatura que principalmente participa del control del equilibrio en posición bípeda es la que forma parte del tobillo, el muslo y el tronco (15). La musculatura implicada es principalmente tónica, es decir, que puede permanecer contraída largos períodos de tiempo. De acuerdo al principio de Henneman, antes de realizar un movimiento, se activan primero las unidades motoras inervadas por motoneuronas pequeñas, las unidades motoras de baja fatigabilidad. Una vez activadas estas unidades motoras, se activan unidades motoras fásicas, inervadas por motoneuronas más grandes, que son más fuertes, pero presentan una fatigabilidad más rápida. Esto supone que se consiga una postura estable antes del movimiento (16). Estudios más recientes han demostrado que no siempre se cumple este principio, sino que el umbral de activación depende de la velocidad de alargamiento o acortamiento muscular y de la interacción intermuscular. Así, los patrones de movimiento para mantener el equilibrio surgen automáticamente cuando el cuerpo se sale de sus límites de estabilidad. Los centros superiores son los que determinan si la acción motora es adecuada o si es necesario ajustarla. Esto se produce durante la realización de acciones cotidianas y durante el aprendizaje motor (12).

---

También hay elementos musculares que ejercen un papel perjudicial sobre el equilibrio. Se ha demostrado que la coactivación muscular, tanto en posición bípeda estática como realizando tareas, se relaciona inversamente con el equilibrio dinámico (15). De este modo, se ha determinado que la contracción muscular de tronco y extremidades inferiores no depende tan sólo de reflejos medulares sino que existen centros nerviosos superiores que se encargan de determinar el movimiento.

#### **2.1.3.2.- EFECTORES NERVIOSOS**

Múltiples regiones del sistema nervioso central participan en la identificación y coordinación de las entradas sensoriales y las salidas musculo-esqueléticas. El sistema nervioso humano requiere de la existencia de órganos receptores de información sensorial. Los más importantes implicados en el control del equilibrio son el sistema somatosensorial, el vestibular y el visual.

La información sensorial periférica se integra en el tronco del encéfalo, en la médula y en la protuberancia. El control nervioso se lleva a cabo desde las vías vestibuloespinal y reticuloespinal, que inervan motoneuronas relacionadas con la rotación del cuello y del tronco, así como desde las interneuronas que proyectan a la musculatura de las extremidades.

Las conexiones establecidas entre los ganglios basales y las estructuras corticales sensitivomotoras y suplementarias permiten la coordinación de los ajustes posturales durante los movimientos voluntarios. Esta coordinación se produce gracias a la integración compleja de las señales provenientes de diferentes centros nerviosos que se produce en los ganglios basales. Se

---

piensa que pueden estar relacionados con el control de la postura en diferentes entornos (10).

El cerebelo tiene un papel vital en el control postural y la integración sensorial. Su lóbulo anterior recibe la entrada de numerosos estímulos somatosensoriales, que integra y proyecta hacia la médula espinal (11). Recibe información vestibular desde el oído interno, que informan de la posición de la cabeza en el espacio; de los receptores de presión plantar, husos musculares y órganos de Golgi, que informan de la posición de las articulaciones y con respecto a la base de sustentación; y también recibe información óptica con respecto a la situación del cuerpo en el entorno. Así controla la información descendente que adapta el tono muscular a la postura, influye sobre los centros que adaptan la postura a la situación actual del individuo, como son los ganglios basales o la formación reticular, corrige los componentes del movimiento para que sea lo más eficiente posible, y almacena los patrones de movimiento ajustados y eficientes para poder repetirlos en el futuro (5). El papel en el aprendizaje motor es fundamental, ya que cuando se realizan perturbaciones en el entorno de las personas éstas pierden su estabilidad de manera temporal, sin embargo, cuando estas perturbaciones se repiten, las personas con un cerebelo sano son capaces de evitar el desajuste postural y se anticipan a la perturbación, mientras que las personas con cerebelos dañados son incapaces de conseguirlo (4). Participa también en la elaboración de los ajustes posturales automáticos. Además, interviene en el principio de la respuesta ante las perturbaciones posturales. Su daño produce ataxias graves, dificultades para caminar y oscilaciones anteroposteriores del tronco (11).

---

Las regiones corticales también participan en el control postural. La corteza somatosensorial está relacionada con la anticipación del movimiento voluntario y en los cambios posturales necesarios para mantener el equilibrio dinámico. Además participa en la integración de las entradas sensoriales y participa en la planificación y refinamiento de los movimientos asociados con el equilibrio (10).

Cada área de corteza cerebral se encarga de un aspecto de los movimientos que realiza el individuo. La corteza motora primaria y el núcleo rojo están vinculadas con aspectos estáticos y dinámicos del movimiento, la corteza motora secundaria participa en el plan motor, la corteza motora suplementaria genera movimientos relacionados con el espacio intrapersonal, la corteza premotora se encarga del marco extrapersonal y la corteza parietal informa acerca del blanco del movimiento (1). Todos estos aspectos del movimiento deben ser integrados antes de producir la respuesta motora. En todos ellos es necesario tener en cuenta el ajuste postural para ser llevados a cabo, por lo que los centros superiores también deben participar del control postural.

Por último, el sistema nervioso autónomo también influye sobre el control postural. Estudios recientes han demostrado que tiene un papel importante en diferentes procesos del control postural, aunque aún no se han definido bien los mecanismos de acción ni el papel funcional que desempeña. Lo que sí se ha visto es que, en determinadas enfermedades que afectan al equilibrio, como el Parkinson, existe una disfunción del SNA acompañando a las afecciones posturales y de la marcha (8).

---

### 2.1.3.3.- EFECTORES SENSORIALES

Los efectores sensoriales son fundamentales en el control postural y el equilibrio. Como se ha descrito anteriormente, los más importantes son el sistema somatosensorial, el sistema vestibular y el sistema visual.

La visión permite establecer relaciones con el entorno, con los objetos y con la posición de éstos con respecto a nuestro cuerpo.

El sistema vestibular informa acerca de la posición de la cabeza en el entorno, los cambios que experimenta y la velocidad a la que se producen.

Estos dos sistemas están muy integrados ya que la información visual que se recibe depende de la posición que tenga la cabeza.

Dentro del sistema somatosensorial se recibe información importante de dos tipos. En primer lugar se recibe información propioceptiva, es decir, de la posición de los diferentes segmentos corporales entre sí y con respecto a la cabeza. Esta información se completa con la recibida por la exterocepción de la planta de los pies y de la superficie corporal en contacto con el área de apoyo, que informa sobre la relación del cuerpo con respecto a la base de sustentación. Las diferencias entre un pie y otro permiten evaluar la proyección del centro de gravedad dentro de la base de sustentación (1).

El sistema visual es fundamentalmente útil para informar sobre el entorno y la orientación espacial. Sin embargo, es susceptible de interpretar erróneamente que uno se mueve cuando grandes porciones del entorno se están moviendo, como por ejemplo cuando uno se desplaza en un tren. En estos casos se dice que la entrada visual es ambigua y, para realizar una correcta orientación espacial, es necesario que entren en escena los otros sistemas sensoriales basados en la inercia (17). La vección circular es un

---

experimento que consiste en colocar a una persona sentada en un cilindro optocinético, en el que se mueven luces alrededor de la persona a una velocidad constante. Si se mantiene un tiempo, la persona tiene la ilusión de ser ella la que se mueve dentro de un marco de referencia fijo. Este experimento puede tener un papel desestabilizador con respecto al marco geocéntrico, de tal manera que, cuando la persona intenta corregir la postura inclinando el cuerpo en la dirección de giro, puede perder el equilibrio e incluso caer en esa dirección (4).

En la mayoría de situaciones, las entradas de estos tres sistemas son sinérgicas y congruentes. Por ejemplo, si alguien en posición bípeda es sometido a un empuje desde su lado derecho, el sistema visual informa al sistema nervioso central de que se ha movido el cuerpo hacia la izquierda, el sistema somatosensorial da la misma información porque los músculos de su lado derecho se han estirado, y el sistema vestibular corrobora esta información porque se ha acelerado hacia la izquierda. Cuando uno de estos sistemas no puede funcionar, el resto tiene que suplir esta función. Ocurriría si esta misma situación se produce en completa oscuridad y el sistema visual no puede informar.

Aunque existe un considerable grado de información superpuesta y redundante entre los tres sistemas, los tres son fundamentales ya que cada uno desempeña diferentes funciones para la integración sensorial.

Además de colaborar en el proceso de información, estos sistemas interaccionan constantemente, haciendo que la información de uno module a la de los otros. Esto se ha visto en experimentos con estímulos visuales de movimiento, donde el sistema visual genera respuestas visuales evocadas

---

que, al menos al principio, pueden sobrepasar a las señales emitidas por los sistemas vestibular y propioceptivo (17).

En la imagen 4 se presenta un esquema de los principales efectores posturales.

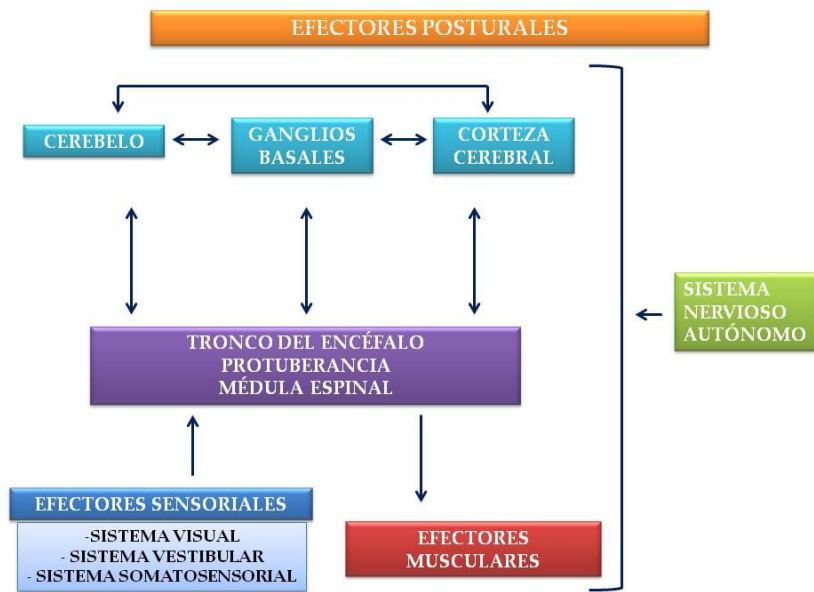


Imagen 4.- Esquema de los principales efectores posturales.

#### 2.1.4.- ESTRATEGIAS POSTURALES

Según lo propuesto por Cardinali (1), existen tres estrategias elementales para el mantenimiento de la postura (*Imagen 5*):

- *Estrategia de tobillo.* Se produce cuando estamos de pie. El control postural comienza por una angulación correcta del tobillo y, desde ahí, se estabilizan el resto de segmentos, siendo una estrategia ascendente.



- 
- *Estrategia de cadera.* Se produce cuando hay perturbaciones rápidas o cuando se mantiene la postura en una base de sustentación pequeña. El control postural se inicia con una flexión de cadera que estabiliza segmentos superiores e inferiores, siendo así una estrategia mixta.
  - *Estrategia vertical.* Si la perturbación del equilibrio es muy grande, es necesario cambiar la disposición corporal y descender el centro de gravedad para facilitar la recuperación del equilibrio. Esta estrategia es, por lo tanto, descendente.

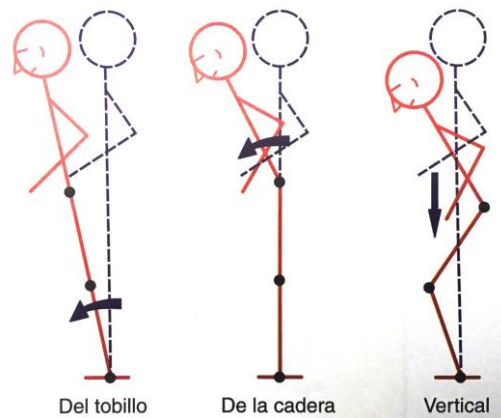


Imagen 5.- Principales estrategias posturales (1).

Para que se produzcan estas estrategias son necesarios los siguientes componentes:

*Reacción positiva de sostén.* Si una extremidad recibe más peso, se genera una respuesta extensora para facilitar el equilibrio sobre ella.

*Reacción de paso.* Cuando el centro de gravedad se sale de la base de sustentación, es necesario ampliar esta base para conservar la estabilidad.

---

*Reflejos tónicos del cuello.* Permiten establecer una relación que facilite el equilibrio mediante una angulación más eficaz entre la cabeza y el resto de segmentos corporales.

*Reflejos vestibuloespinales.* Son señales que van desde el núcleo vestibular hasta la médula espinal. Son fundamentales en el mantenimiento de la postura. Son reflejos innatos que ajustan la postura de manera automática. Pese a ello, son susceptibles de ser modificados o invalidados por centros superiores en función del contexto. Aparecen cuando una persona cae. Se produce de manera automática una respuesta estereotipada extensora de músculos antigravitatorios para intentar frenar la caída. La respuesta ofrecida es proporcional a la magnitud de la perturbación percibida (4).

### **2.1.5.- AJUSTADORES POSTURALES**

El control postural requiere de la presencia de una serie de reflejos posturales, antigravitatorios y articulados entre sí como un programa que se encarga del mantenimiento del equilibrio. Este programa incluye mecanismo anticipatorios, de tipo feed-forward y mecanismos compensatorios, de tipo feed-back. Estos ajustes son automáticos, extremadamente rápidos y estereotipados. Sus respuestas son adecuadas y apropiadas al objetivo propuesto.

Estos reflejos posturales tienen influencias de diferentes áreas nerviosas:

- *Influencias reticuloespinales.* Se encargan de inhibir o facilitar el tono muscular dependiendo del objetivo funcional.

- 
- *Influencias vestibuloespinales.* Se encargan de mantener el equilibrio dinámico de la postura.
  - *Influencias cerebelosas.* Modulan las respuestas efectoras que se generan en otros centros nerviosos (1).

#### **2.1.5.1.- AJUSTES POSTURALES ANTICIPATORIOS**

Para mantener el equilibrio, el movimiento voluntario debe ir precedido de un movimiento contrario que desplace el centro de gravedad para que se mantenga dentro de la base de sustentación. Aunque parece un procedimiento sencillo requiere de un complejo conjunto de respuestas interactivas (4).

Este conjunto o set postural es la conducta preseleccionada que se desencadena anticipadamente en una persona que ya ha experimentado la misma situación. Después de repetir un movimiento voluntario unas cuantas veces, la respuesta postural se adapta y ya no se requiere un mecanismo para devolver el equilibrio tras realizar el movimiento (1).

Las respuestas anticipadoras dependen del control de la acción anticipadora. Esta acción tiene una gran capacidad de adaptación a la situación funcional. La orden central para un movimiento voluntario de una extremidad se asocia con una orden anticipadora simultánea que anticipa la perturbación postural esperada en función de la situación funcional (4).

---

### 2.1.5.2.- AJUSTES POSTURALES COMPENSATORIOS

Las respuestas compensatorias del equilibrio son ajustes que se realizan para corregir los movimientos voluntarios cuando estos suponen una inestabilidad postural. Son altamente sofisticadas e implican a todo el cuerpo, que actúa rápidamente para resistir la pérdida de equilibrio. Están íntimamente relacionadas con la entrada sensorial, ya que la magnitud de la respuesta se relaciona con la magnitud de la perturbación. Son respuestas robustas, que desencadenan una acción correctiva apropiada a partir de distintas entradas sensoriales e incluso modalidades separadas. Son generalizables, es decir, que diferentes formas de perturbación del equilibrio pueden provocar respuestas similares apropiadas. Representan patrones complejos de acción muscular que pretenden mantener el equilibrio vertical (18).

El SNC reacciona para la recuperación del equilibrio mediante las llamadas reacciones de equilibrio:

- *Reacciones de equilibrio.* Son pequeños cambios de tono muscular para mantener el equilibrio a pesar de los pequeños movimientos que se generan continuamente en nuestro cuerpo, como son la respiración, la deglución o el ritmo cardíaco.
- *Reacciones de enderezamiento.* Se producen como consecuencia del desplazamiento de grandes cantidades de peso en una dirección. Es necesario desplazar peso en el sentido contrario para contrarrestarlo.
- *Reacciones de paso de brazos, manos, piernas y pies.* Aparecen ante desplazamientos grandes y rápidos de peso, con el objetivo de evitar la caída mediante la ampliación de la base de sustentación (5).

---

Los elementos nerviosos encargados de la recuperación postural son la corteza cerebral, los ganglios basales, las conexiones cortico-cerebelosas, el tronco cerebral y los mecanismos de enderezamiento espinales (18).

### **2.1.6.- FACTORES QUE INFLUYEN SOBRE LA ESTABILIDAD**

La capacidad de mantener el equilibrio en condiciones desfavorables es una de las destrezas motrices básicas. Esta destreza se acompaña de una serie de factores que influyen en la estabilidad del equilibrio, descritos por Luttgens y Wells (3):

- *Relación de la línea de gravedad con la base de sustentación.* Cuanto mayor es la aproximación de la línea de gravedad al centro de la base de sustentación, mayor es la estabilidad que se consigue. Del mismo modo, cuanto mayor es la aproximación al borde de la base, peor es la estabilidad de la persona.
- *Altura del centro de gravedad.* El descenso del centro de gravedad supone un aumento en la estabilidad del cuerpo porque se permite un mayor desplazamiento del centro de gravedad dentro de los límites de apoyo.
- *Tamaño y forma del área de apoyo.* Un área de apoyo mayor supone un aumento en la estabilidad del cuerpo. También ocurre con la base de sustentación, si la base se amplía separando los pies, el equilibrio aumenta. También la forma de la base de sustentación es importante dependiendo del movimiento que se quiera realizar.

- 
- *Masa del cuerpo.* Cuanto mayor es la masa de un cuerpo, mayor es la estabilidad. Sin embargo, este factor es menos importante a la hora de estabilizar el cuerpo que los descritos anteriormente.
  - *Fricción.* La fricción del suelo es un elemento importante para el mantenimiento del equilibrio. Si el suelo no posee suficiente fricción, como sería el caso del hielo, lo ideal es contrarrestarlo con el uso de un calzado especial.
  - *Segmentación.* Cuando un cuerpo posee una serie de segmentos situados uno encima del otro, es más complejo mantener el equilibrio. La mayor estabilidad de un cuerpo segmentado se consigue cuando los centros de gravedad de todos los segmentos se sitúan en la vertical y esta se centra sobre la base de sustentación.
  - *Factores visuales y psicológicos.* Se producen en la vida cotidiana, cuando caminamos por un borde sin protección o a cierta altura. Aún cuando la superficie sea estable, el sentido del equilibrio se pierde.
  - *Factores fisiológicos.* Los problemas de salud que se acompañan de mareos, náuseas u otros síntomas reducen la capacidad de enfrentarse a los elementos perturbadores del equilibrio. En estas situaciones es mejor evitar desencadenar el desequilibrio mientras dure el proceso patológico.

### **2.1.7.- EVALUACIÓN DEL EQUILIBRIO**

Existen numerosos medios para explorar el equilibrio y detectar posibles déficits. Se dividen en tres grupos principales (19):

- 
- *Evaluación del equilibrio estático.* Incluye diferentes herramientas para la medida de la posición estática. Entre ellas, se encuentra la estabilometría, que valora los mecanismos de control de la postura ortoestática a través de una plataforma de fuerzas (20,21). También se pueden realizar oscilometrías, en las que se recogen las oscilaciones que se producen durante el mantenimiento de la postura estática (22). El test de Romberg es una herramienta muy útil para determinar el estado del sistema propioceptivo (23). Además de estas técnicas, existen otras pruebas funcionales que valoran el tiempo que se puede mantener una postura determinada, como el Tiempo de Estancia Unipodal (en inglés, One Leg Stance Test: OLS) (24) o el Four Stage Balance Test (FSBT) (25). En todas ellos, se puede valorar el equilibrio estático sometiendo a las personas a situaciones más desafiantes, como son la reducción de la base de sustentación o la realización de la prueba con los ojos cerrados.
  - *Evaluación del equilibrio dinámico.* La forma más eficiente de valorar el equilibrio dinámico es el análisis biomecánico de los movimientos voluntarios. Se analizan el desplazamiento del centro de gravedad, los movimientos de los diferentes segmentos y la electromiografía al realizar movimientos como el alcance o la marcha (19). También se pueden realizar otras pruebas, como la Tarea de Estabilidad Coordinada (26) o el Test de Alcance Funcional (27). También encontramos algunos test, como el Four Square Step Test (FSST), que evalúan equilibrio dinámico y movilidad, así como riesgo de caídas (28).
  - *Escalas de equilibrio basadas en el rendimiento.* Se trata de escalas de puntuación que miden diferentes ítems relacionados con el

---

equilibrio estático y dinámico. Las más empleadas son la Escala de Tinetti (29) y la Escala de Equilibrio de Berg (30). En el caso de adultos mayores altamente funcionales, actualmente se está empleando la Escala de Equilibrio Avanzada de Fullerton (31).

En nuestro estudio, se propone utilizar la Escala de Tinetti, la Escala de Equilibrio Avanzada de Fullerton (FAB), el OLS, y la FSBT, como herramientas de medida del equilibrio. Estas escalas fueron seleccionadas por haber demostrado su utilidad para medir el equilibrio en poblaciones similares a la nuestra.

## **2.2.- ENVEJECIMIENTO**

### **2.2.1.- EPIDEMIOLOGÍA Y DEMOGRAFÍA**

El envejecimiento, según la OMS y desde el punto de vista biológico, es la consecuencia de la acumulación de diversos daños moleculares y celulares a lo largo del tiempo, con un descenso gradual de las capacidades físicas y mentales, un aumento del riesgo de enfermedad y finalmente la muerte (32). Además de estos cambios se producen otros que afectan a la psicología y la sociología de los individuos. Se tienen que tener en cuenta todos estos cambios a la hora de valorar el estado de una persona mayor de 60 años ya que, aunque estos cambios se producen en todas las personas, no todas presentan el mismo grado de deterioro, encontrándonos con adultos mayores muy sanos y funcionales y algunos muy frágiles y dependientes.

En el año 2015, el 12% de la población mundial era mayor de 60 años, teniendo en cuenta que, de este porcentaje, 125 millones de personas tienen



---

80 años o más. El envejecimiento de la población comenzó en los países de ingresos altos, siendo estos y en los países con ingresos moderados donde se han observado cambios más drásticos en el aumento de la población mayor (32). Los adultos mayores son el grupo con mayor crecimiento en el mundo. Se espera que entre el año 2015 y el 2060 la población mayor se triplique, pasando de 608 a 1844 millones de habitantes (33).

La causa de este envejecimiento poblacional se debe principalmente a dos factores. En primer lugar, se debe al aumento en la esperanza de vida. Todas las personas del mundo viven más, ya sea por un pequeño aumento de la supervivencia de las personas de edad más avanzada, o por lo que es más importante, la reducción de la mortalidad a edades tempranas. En los países con menos ingresos es más probable que las personas mueran durante la infancia, pero en los países con ingresos altos el desarrollo es hacia la vejez, donde la mayoría de muertes ocurre después de los 70 años. En todos los lugares las principales causas de muerte en la vejez son las enfermedades no transmisibles. El aumento de la esperanza de vida relacionado con la mayor supervivencia durante la vejez se relaciona principalmente con una mejora en la asistencia sanitaria y las iniciativas de salud pública.

El segundo motivo que propicia el envejecimiento poblacional lo constituye la caída de las tasas de fecundidad. La reducción de la fecundidad ha sido menor que la caída de la mortalidad infantil, lo que supone una explosión demográfica. Tras la Segunda Guerra Mundial, se produjo un incremento de la tasa de fecundidad, generando un baby-boom. A medida que esta generación llega a la vejez, el envejecimiento se ve acelerado temporalmente, sobre todo si se mantiene la baja fecundidad y la baja mortalidad en adultos (34).

---

En España, el número de personas mayores de 65 años supera los 8 millones de personas representando el 18.7% de la población total. Aproximadamente un tercio del total de adultos mayores, el 6% de la población total, alcanza los 80 años o los supera. Este porcentaje de la población era nueve veces menor en 1900, por lo que podemos ver, que el proceso de envejecimiento de la población también se da dentro de nuestro país (33). A continuación se presenta la pirámide poblacional española a 1 de enero de 2017, en la imagen 6.

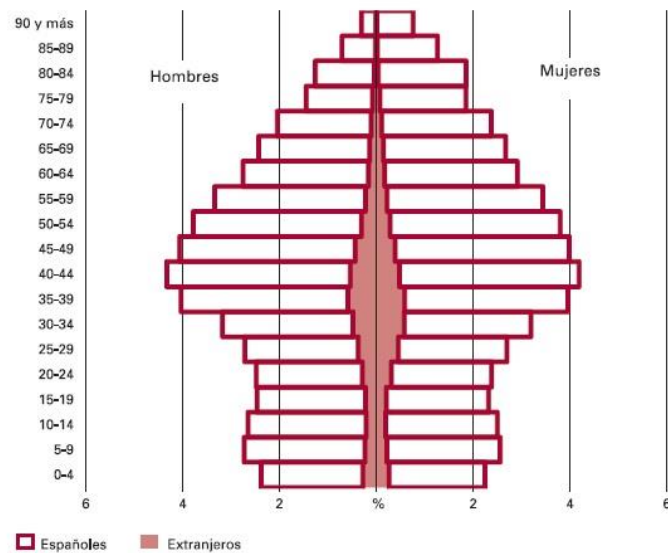


Imagen 6.- Pirámide de la población española (35).

Los datos apuntan a que en las próximas décadas se mantendrá este proceso de aumento de población mayor. Sin embargo, a partir del año 2050, comenzará un período que supondrá un punto de inflexión y esta proporción comenzará a disminuir. Hasta ese momento, se esperan aumentos en las proporciones de adultos mayores. Dentro del grupo de edad mayor de 80 años, se espera que en 2060 ascienda hasta algo más de cuatro veces el número actual. También se espera que aumente la población

---

centenaria, pasando de representar a un 0.17% de la población en 2015, hasta un 1.49% de la población en 2065.

España presenta una de las mayores proporciones de adultos mayores a nivel internacional. Japón se sitúa a la cabeza de los países con mayor proporción de población mayor, seguido por Italia y Alemania. A continuación se encuentran Francia, España y Reino Unido, con unas proporciones muy similares. El resto de países presenta proporciones inferiores. Pero si atendemos a la población mayor de 80 años, España se sitúa por detrás de Japón, Italia y Francia, constituyendo el cuarto puesto en la escala de países con mayor proporción de octogenarios. En la tabla 1 se puede observar los porcentajes de adultos mayores de algunos países.

Actualmente existe un mayor porcentaje de población femenina dentro del grupo de edad de adultos mayores. Esto se debe a que las mujeres presentan una mayor esperanza de vida al nacer. En el año 2015 la esperanza de vida de los hombres se encontraba en 80.4 años, mientras que las mujeres alcanzaban los 85.9 años. Sin embargo, se prevee que en el futuro esta descompensación tenderá a desaparecer, debido a la difusión de hábitos de vida nocivos entre las mujeres y las características propias del envejecimiento (33).

Población de 65 años y más					Población de 80 años y más				
Países	2015		2060		Países	2015		2060	
	Número (miles)	Porcentaje	Número (miles)	Porcentaje		Número (miles)	Porcentaje	Número (miles)	Porcentaje
Japón	33.342	26,3	37.206	36,7	Japón	10.008	7,8	19.227	18,3
Italia	13.401	22,4	18.669	34,4	Italia	4.053	6,8	9.073	17,4
Alemania	17.139	21,2	23.641	33,1	Francia	3.846	6,1	8.101	11,5
Francia	12.313	19,1	19.032	26,4	<b>España</b>	<b>2.737</b>	<b>5,9</b>	<b>7.705</b>	<b>17,5</b>
<b>España</b>	<b>8.666</b>	<b>18,8</b>	<b>14.918</b>	<b>34,6</b>	Alemania	4.757	5,7	9.356	13,6
Reino Unido	11.494	17,8	20.090	26,0	Reino Unido	3.106	4,7	7.241	10,0
Ucrania	6.861	15,3	8.067	24,8	EE. UU.	12.018	3,8	32.941	8,3
EE. UU.	47.578	14,8	94.787	21,4	Ucrania	1.464	3,4	1.795	6,3
Fed. Rusa	19.174	13,4	27.797	22,3	Fed. Rusa	4.145	3,1	6.170	5,6
China	131.429	9,6	420.078	32,9	Vietnam	1.890	2,0	9.058	8,1
Brasil	16.305	7,8	62.978	26,7	China	23.168	1,6	95.631	11,1
Vietnam	6.299	6,7	28.990	25,6	Brasil	3.495	1,5	20.668	9,0
México	8.214	6,5	38.526	23,2	México	1.796	1,5	13.313	7,8
India	73.630	5,6	300.137	17,2	Bangladesh	1.347	0,9	11.791	5,5
Egipto	4.777	5,2	21.138	12,8	India	10.371	0,9	50.989	3,9
Indonesia	13.326	5,2	49.828	15,3	Indonesia	1.935	0,7	13.290	3,1
Bangladesh	8.007	5,0	40.681	20,1	Paquistán	1.194	0,6	5.284	1,7
Paquistán	8.487	4,5	36.569	11,0	Egipto	743	0,5	4.047	2,3
Nigeria	4.986	2,7	21.802	4,6	Nigeria	349	0,2	2.417	0,4

Tabla 1.- Población mayor de diferentes países en 2015 y la esperada para el año 2060. En el lado izquierdo, representada la población mayor de 65 años; en el derecho, los mayores de 80 años (33).

En Castilla y León el porcentaje de personas mayores de 65 años asciende al 24.6% de la población, superando en casi 6 puntos al porcentaje correspondiente al país. En la imagen 7 se puede ver las diferencias a nivel nacional en cuanto a proporción de adultos mayores de 65 años, siendo Castilla y León, junto con Galicia y Asturias las que mayores porcentajes presentan.



Imagen 7.- Proporción de adultos mayores en cada Comunidad Autónoma. Fuente INE.

Un total de 757317 personas superan los 60 años, mientras que si se tiene en cuenta a las personas con 80 años o más, se pueden contabilizar hasta 231509, lo que supone un 9.5% del total de la población. Esto también supera al porcentaje correspondiente a nivel nacional en más de tres puntos (35). En el gráfico 1 se muestran las proporciones poblacionales de Castilla y León en función de su edad.

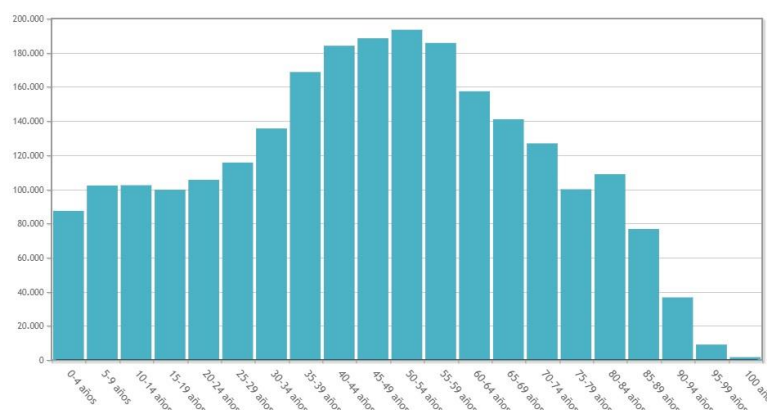


Gráfico 1.- Número de personas en cada grupo quinquenal de edad en Castilla y León. Fuente INE.

---

En cuanto a Salamanca se refiere, del total de 333603 personas registradas en 2017, 108084 personas superaron los 60 años. El 26.1% del total poblacional era mayor de 65 años, superando de nuevo al porcentaje nacional en más de 7 puntos y al regional en casi 2 puntos. Salamanca se encuentra entre las provincias españolas que cuentan con un mayor porcentaje de adultos mayores, como se puede observar en la imagen 8.

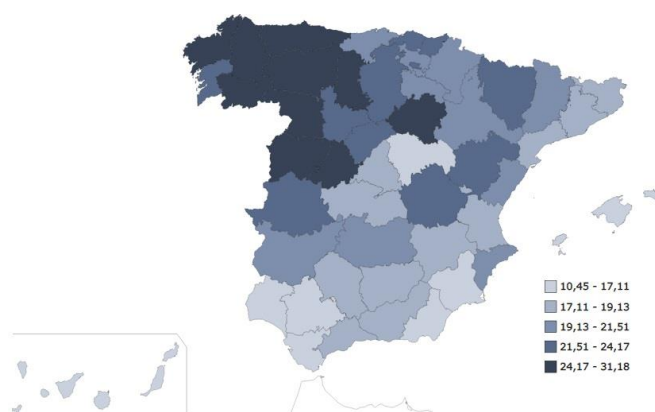


Imagen 8.- Proporción de adultos mayores en cada provincia. Fuente INE.

Las personas mayores de 80 años representaron el 10.4% de la población, también superando en más de 4 puntos al porcentaje nacional y casi un punto al regional. Se contabilizaron un total de 283 personas centenarias en la provincia. En el gráfico 2 se muestran las proporciones poblacionales de Salamanca en función de su edad.

El envejecimiento es un aspecto de nuestra sociedad a tener en cuenta, tanto por la expansión que está sufriendo, como por las consecuencias que de ello se derivan. Como se ha podido observar, estos aspectos son especialmente interesantes en nuestra población por el elevado número de adultos mayores que la conforman.

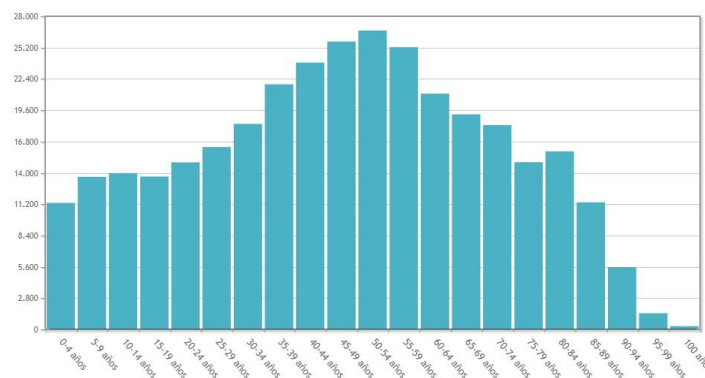


Gráfico 2.- Número de personas en cada grupo quinquenal de edad en Salamanca. Fuente INE.

## 2.2.2.- TEORÍAS DEL ENVEJECIMIENTO

La gerontología es la ciencia que estudia el proceso de envejecimiento en todos sus aspectos. Incluye el conjunto de investigación del envejecimiento fisiológico y la prevención del envejecimiento patológico (36). Dentro de esta ciencia se estudian las diferentes teorías que intentan dar una explicación al envejecimiento. Se baraja que existen alrededor de unas 300 teorías del envejecimiento y también múltiples formas de clasificarlas. Existe un consenso que las diferencia entre teorías sociológicas, psicológicas o biológicas. A continuación se presenta la clasificación propuesta por García y col. (37). (Tabla 2).

Dentro de las teorías biológicas, las genéticas explican el envejecimiento como un elemento determinista, que viene predeterminado y no puede alterarse. Es un elemento que es propio de la especie y se mantiene en todos sus individuos.

TEORÍAS DEL ENVEJECIMIENTO		
TEORÍAS SOCIOLÓGICAS		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Teoría del retraimiento</li> <li>- Teoría de la actividad</li> <li>- Teoría de la continuidad</li> <li>- Teoría de los mayores como subcultura o grupo minoritario</li> <li>- Teoría de la estratificación social</li> </ul>
TEORÍAS PSICOLÓGICAS		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Teorías implícitas</li> <li>- Teorías cognitivas</li> <li>- Teorías integradoras</li> </ul>
TEORÍAS BIOLÓGICAS	Teorías genéticas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Teoría inmunológica</li> <li>- Teoría genética</li> <li>- Teoría de la evolución</li> <li>- Teoría de la mutagénesis intrínseca</li> <li>- Teoría del envejecimiento celular</li> <li>- Teoría del límite de Hayflick</li> <li>- Teoría neuroendocrina</li> </ul>
	Teorías ambientales	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Teoría del desgaste o estrés</li> <li>- Teoría de los desechos</li> <li>- Teorías genético-ambientales</li> <li>- Teoría de la mutación somática</li> <li>- Teoría del error catastrófico</li> <li>- Teoría de las uniones cruzadas</li> <li>- Teoría del soma desechable</li> <li>- Teoría de los radicales libres de oxígeno</li> <li>- Teoría de la restricción calórica</li> </ul>

Tabla 2.- Clasificación de las diferentes teorías del envejecimiento (37).

En el caso de las ambientales, mantienen que los cambios producidos por el envejecimiento se deben a factores externos, no es algo determinado sino que pueden producirse numerosos procesos que afecten al sistema y produzcan el declive del mismo. Existe una teoría relativamente reciente, la teoría SENS, que defiende que el envejecimiento es un evento patológico que puede evitarse mediante diferentes intervenciones médicas (38).



---

Ninguna de las teorías es capaz de explicar completamente los procesos que se asocian al envejecimiento ni tampoco las diferencias que se encuentran entre unos individuos y otros. A continuación se describirán algunas de las teorías de cada grupo.

#### **2.2.2.1.- TEORÍAS GENÉTICAS**

##### **a.- Teoría inmunológica o del debilitamiento inmunológico**

Esta teoría defiende que el sistema inmunológico se vuelve menos eficaz en su lucha contra las enfermedades, lo que supone un aumento en los procesos de autoinmunidad. Estos cambios del sistema inmune se vinculan con genes del Complejo Mayor de Histocompatibilidad (CMH), relacionado directamente con los niveles de Superóxido Dismutasa (SOD). Esta asociación relaciona esta teoría con la de radicales libres de oxígeno. También se asocia con la de Hayflick, ya que defiende que hay una capacidad limitada de duplicación de las células inmunológicas para defender el organismo de una proliferación desordenada. Los procesos de autoinmunidad que aumentan con la edad aparecerían por un motivo claro: el sistema inmunológico lleva a cabo el papel de destrucción de ciertas partes sanas de nuestro cuerpo, intentando evitar que aparezca material imperfecto que pudiese suponer algún peligro para los tejidos normales. Esta teoría aporta una respuesta parcial al proceso de envejecimiento pero no puede explicarlo por completo (37).

##### **b.- Teoría de la evolución o evolucionista**

---

El componente principal en esta teoría es la adaptación. Los individuos mejor adaptados sobreviven y se reproducen, aquellos que no se adaptan, desaparecen. La selección natural es el intermediario en la evolución.

La vida es una interacción permanente entre las leyes físicas y el individuo, orientada hacia el futuro, y con caminos muchas veces programados. En lugares diferentes del mundo se han llegado a las mismas soluciones evolutivas, de orientación oportunista, que copian o repiten aquello que funciona bien, comportándose además de forma ahorradora, excepto en el proceso reproductivo. Estos cambios se producen de forma alagarda en el tiempo, los ajustes pueden tardar en producirse miles o incluso millones de años.

El objetivo inicial de nuestra especie es la maduración que es necesaria tras nacer, somos una de las especies que más tiempo tardan en madurar. A continuación, el proceso que implica la mayor parte de nuestra actividad es el desarrollo de nuestro cerebro, gracias a la plasticidad neuronal que nos permite aprender constantemente. Tenemos un cerebro de gran tamaño que parece directamente relacionado con la longevidad, ya que muchas patologías que implican un cerebro de menor tamaño tienen una esperanza de vida menor. El siguiente objetivo vital será la reproducción. Todos estos procesos presentan gran complejidad, por lo que no es extraño que se produzcan fallos y el sistema envejezca (39).

Esta teoría defiende que el envejecimiento podría estar programado en los genes para hacer que los individuos viejos, que ya han cumplido con sus objetivos vitales, desaparezcan. De este modo, quedarían más recursos para los individuos jóvenes que están en proceso de desarrollo. Sin embargo, se pueden producir mutaciones en estos genes al azar, permitiendo así

---

aumentar los antioxidantes y alargar la vida. De nuevo nos encontramos con un entrecruzamiento de diferentes teorías (37).

#### c.- Teoría del límite de Hayflick

Esta teoría parece ser la que más fuerza presenta dentro de las teorías del envejecimiento genéticas o deterministas.

En el año 1961, Hayflick descubrió la capacidad limitada de división que tienen las células. Llevó a cabo diferentes investigaciones con células diploides humanas. En todos ellos, incluso alterando las condiciones del experimento, observó que las células podían dividirse entre 40 y 50 veces, hasta que se producía una muerte celular (40). Esta característica celular parece ser la causa de que los organismos envejezcan, debido a un límite en la capacidad de regeneración tras un daño. Tras este descubrimiento, se empezó a asociar el envejecimiento a la teoría telomérica. Los telómeros son secuencias de ADN que se encuentran en el extremo de los cromosomas. Su función es mantener la integridad de la información cromosómica, impidiendo que haya daños durante las divisiones celulares. Los telómeros cromosómicos se vuelven más cortos tras cada división celular, como consecuencia de los procesos asociados a la replicación. Tras cada división son ligeramente más cortos, hasta que se acortan a una longitud crítica, llegando a su límite de división, y no permitiendo divisiones adicionales (41).

Hay varios mecanismos posibles para la pérdida de ADN telomérico durante el envejecimiento, que incluyen la replicación incompleta, la

---

degradación de los extremos y la recombinación desigual junto con la selección de células con telómeros más cortos (42).

Esta teoría es la que más se acerca al envejecimiento desde el punto de vista genético. Aún se están llevando a cabo investigaciones para determinar cómo es el proceso exacto, pero aún con eso, no permite explicar todos los cambios producidos durante el envejecimiento.

#### **2.2.2.2.- TEORÍAS AMBIENTALES**

##### **a.- Teoría del soma desechable**

Esta teoría sugiere que, debido a las demandas competitivas de la reproducción, se invierte menos esfuerzo en el mantenimiento de los tejidos somáticos que lo que es necesario para la supervivencia indefinida. Esta teoría converge con la teoría de la pielotropía antagónica, que propone que algunos alelos genéticos son favorecidos por efectos beneficiosos en edades tempranas, mientras que posteriormente, en una edad más avanzada, aparecen los efectos nocivos (43).

##### **b.- Teoría de los radicales libres de oxígeno**

Dentro de las teorías ambientales, esta teoría, descrita por Harman en el año 1956, parece ser la que más peso tiene. Esta teoría propone que los radicales libres liberados en el metabolismo del oxígeno causan daño a la célula, conduciendo a alteraciones del metabolismo. Además, los antioxidantes celulares no son capaces de detoxificar las especies reactivas de oxígeno que

---

se generan y, por este motivo, se produce un envejecimiento celular asociado a un estrés oxidativo crónico (44).

La información disponible apoya que los animales más longevos son aquellos que generan menor cantidad de radicales libres de oxígeno y, además, sus membranas son menos sensibles a la oxidación (45).

Se han descrito numerosos procesos patológicos en los que los radicales libres de oxígeno desempeñan algún papel etiopatogénico. Entre estos procesos se encuentran el accidente cerebrovascular, la cardiopatía isquémica, la pancreatitis, la bronquitis crónica, la fibrosis pulmonar, la arterioesclerosis, las cataratas y las complicaciones de la diabetes; entre otros.

El papel de los antioxidantes parece ser una solución para frenar el estrés oxidativo crónico. La administración de estas sustancias, como la vitamina C o la vitamina E podría proteger contra el envejecimiento. Aunque esta administración no está exenta de riesgos si se administra a dosis elevadas. Por lo tanto, hay que tomar con precaución esta posibilidad, no considerarla la respuesta definitiva contra el envejecimiento (46).

#### c.- Teoría de la restricción calórica

Esta teoría se apoya directamente en la teoría de liberación de radicales libres de oxígeno. La Restricción Calórica (RC) ha demostrado enlentecer el proceso de envejecimiento y reducir la incidencia de enfermedades malignas en ratas, ratones, peces, moscas y gusanos. Al reducir el número de enfermedades malignas los individuos viven más, lo que se traduce en un incremento de la esperanza de vida. Los beneficios percibidos por la RC

---

parecen estar relacionados con un decremento en el estrés oxidativo y, por lo tanto, en un aumento de la longevidad. A largo plazo, la aplicación de un 40% de RC, disminuye la generación de radicales libres y su fuga desde la mitocondria en tejido musculoesquelético, riñón, hígado, corazón y cerebro. Sin embargo, esta RC no es la misma que la que se produce en países de bajos ingresos por la pobreza. En estos casos se produce una malnutrición y no hay aporte de los nutrientes esenciales, lo que lleva a una elevada prevalencia de enfermedades. En humanos, sólo se ha podido comprobar su eficacia en Okinawa, donde existe RC por pobreza, pero los sistemas nacionales garantizan una buena salud pública y la administración de los nutrientes esenciales necesarios. El resultado es que cuentan con la mayor densidad de centenarios entre su población (47).

A pesar de los datos encontrados, estas teorías no terminan de dar una explicación completa al envejecimiento y los procesos que se producen. No pueden explicar, por ejemplo, por qué la vida activa aumenta la esperanza de vida en las personas, frente a un estilo de vida sedentario. La actividad física implica un mayor metabolismo, lo que conduciría a una menor esperanza de vida, pero no ocurre así. Por lo que se podría suponer que los efectos beneficiosos del ejercicio contrarrestan los efectos de los radicales libres (37).

#### **2.2.2.3.- TEORÍA SENS**

La teoría de las Estrategias para la Senescencia Negligible Ingenierizada (SENS) es propuesta por Aubrey de Grey en el año 2005 (38). Las teorías del

---

envejecimiento propuestas hasta la fecha se basan en describir un proceso irreversible, unos cambios producidos por una serie de fenómenos que se presentan irremediablemente con la edad.

De Grey propone un cambio en estas teorías, define el envejecimiento como un conjunto de cambios que se producen con la edad pero que pueden prevenirse o revertirse, de tal manera, que trata al envejecimiento como una patología que podría curarse mediante una serie de procesos médicos. Esto se conoce como prolongación de la vida, lo que supondría un aumento en la esperanza de vida de manera indefinida.

El envejecimiento, según de Grey, es un proceso en el que contribuyen siete daños principales: las mutaciones nucleares, las mutaciones mitocondriales, el desperdicio intracelular, el desperdicio extracelular, la pérdida de células, la senescencia celular y las interconexiones extracelulares. Atacando y reparando estos daños sería posible evitar el envejecimiento y aumentar la esperanza de vida indefinidamente.

Aunque ninguna de las teorías responde por completo a la cuestión del envejecimiento, es importante conocerlas para poder entender mejor los procesos que se producen en las personas a medida que avanza su edad.

### **2.2.3.- CAMBIOS BIOLÓGICOS EN EL ENVEJECIMIENTO**

El envejecimiento de las personas viene acompañado por una serie de cambios que pueden afectar a diferentes sistemas. A continuación se

---

describirán los cambios más importantes acontecidos en los diferentes sistemas sensoriales y orgánicos.

### **2.2.3.1.- SISTEMAS SENSORIALES**

#### **a.- Visión**

Los cambios oculares asociados con el aumento de la edad, como el envejecimiento natural de la lente o los procesos degenerativos en la retina, puede tener un efecto sobre múltiples funciones visuales. Esto puede resultar en disminución de la agudeza visual, la sensibilidad al contraste disminuida, la visión nocturna reducida, la sensibilidad al deslumbramiento aumentada y en cambios en la capacidad acomodativa de la refracción y el tamaño de la pupila. Uno de los cambios más frecuentes es la presbicia, es decir, la reducción gradual en la capacidad acomodativa debido a una disminución en la capacidad de la lente de cambiar de forma. Esto se traduce en una menor capacidad de enfocar a corta distancia. Se suele solucionar con el empleo de gafas con una graduación adecuada.

El tamaño de la retina también se reduce, lo que da como resultado una agudeza visual disminuída. Esto se traduce en una necesidad de iluminación más alta y una mayor sensibilidad al deslumbramiento.

El último cambio más frecuente es el ojo seco, por una disminución en la función del lacrimal y una reducción en la frecuencia del parpadeo. Este cambio es más frecuente en mujeres y afecta a tareas como la lectura o aquellas que requieran estar delante de una pantalla.



---

Estos cambios son fisiológicos, pero también podemos encontrar algunas patologías visuales que son más frecuentes en los adultos mayores, como son las cataratas, el glaucoma, la degeneración macular o la retinopatía diabética (48).

#### b.- Audición

A medida que los adultos envejecen, ocurren cambios que pueden influir en el procesamiento auditivo. Estos cambios se producen a nivel anatómico, fisiológico y audiológico. A nivel anatómico se producen cambios en el oído externo y en el medio, perdiendo elasticidad y aumentando su rigidez, pero no producen déficits auditivos importantes en los adultos mayores. Sin embargo, si estos cambios se producen en el oído interno, los efectos sobre el procesamiento auditivo son importantes y reducen significativamente la audición.

Pueden producirse también cambios en la vascularización, reduciendo el flujo de sangre que llega al oído o a las neuronas que lo inervan.

Estos cambios producen déficits en la funcionalidad, entre las cuales, una de las más frecuentes es la pérdida de sensibilidad del tono puro. También disminuyen la discriminación de la frecuencia y la intensidad. Debido a estas disminuciones, los adultos mayores tienen mayor dificultad para localizar las fuentes de sonido y discriminar las señales. Esto afecta a su capacidad de entender el habla en entornos de audición limitada, es decir, aquellos en los que hay ruido de fondo o reverberación (49).

---

### c.- Gusto

Los cambios que se producen en el gusto y relacionados con la edad implican una disminución de los umbrales del gusto y la sensibilidad.

El efecto de la edad en la percepción sensorial, y específicamente en la percepción del gusto, es complejo, debido a la naturaleza altamente heterogénea de los adultos mayores. Es importante conocer esta disminución de la capacidad de sabor para ayudar al desarrollo de alimentos específicamente mejorados para adultos mayores, que compensen las pérdidas sensoriales, y evitar de este modo posibles problemas de malnutrición en la persona mayor. Un ejemplo sería la adición de niveles de umami cuando se ha deteriorado la percepción de sal, para mejorar el gusto y el consumo de alimentos por adultos mayores. Es una buena alternativa para evitar el exceso de sal cuando las personas tienen riesgo de hipertensión o hipernatremia.

El declive sensorial es un proceso genérico y le sucede a todos, pero varios factores pueden influir en el alcance de esta disminución sensorial. El estado nutricional o la ingesta de vitaminas y micronutrientes pueden influir en la percepción sensorial. La dentición en adultos mayores también podría influir en la percepción sensorial y en la salivación, especialmente si se cubren porciones del paladar para sustituir a las piezas dentales caídas como consecuencia de la edad (50).

### d.- Olfato

Con el envejecimiento, el placer de los olores disminuye a diferencia de los olores aversivos, que se mantienen bastante estables.

---

El envejecimiento produce cambios olfativos fisiológicos, principalmente la presbiosmia, que es una pérdida progresiva de la capacidad olfativa. Con mayor frecuencia se convierte en hiposmia, capacidad olfativa disminuída, y raramente se transforma en anosmia o pérdida completa del olfato. La presbiosmia es la principal causa de los problemas olfativos y afecta a la mitad de las personas que tienen entre 65 y 80 años, y a tres cuartas parte de los que tienen 80 años o más. Los cambios en el rendimiento olfativo relacionado con el envejecimiento incluyen un aumento en los umbrales olfativos, la degradación de la memoria de reconocimiento y una disminución en la intensidad percibida, la discriminación y la capacidad de identificación (51).

#### e.- Tacto

El envejecimiento está asociado con reducciones de hasta el 50-60% en las funciones principales de la piel, incluyendo protección, excreción, secreción, absorción, termorregulación, pigmentogénesis, regulación de procesos inmunológicos y reparación de heridas. El envejecimiento también se asocia con una disminución progresiva en la percepción sensorial cutánea, la información sensorial recogida por múltiples sistemas, incluídos los mecanorreceptores. La disminución perceptual de las funciones cutáneas se considera como una característica típica de los cambios fisiológicos, estructurales y metabólicos intrínsecos que ocurren durante el envejecimiento. La tasa intrínseca de envejecimiento de la piel en cualquier individuo también puede verse dramáticamente influenciada por factores personales y ambientales, como la dieta, el ejercicio, los factores psicosociales y la cantidad de exposición a la luz ultravioleta. Dentro de la

---

categoría de envejecimiento normal, se puede distinguir entre el envejecimiento habitual, en el cual los factores extrínsecos aumentan los efectos del envejecimiento intrínseco, y el envejecimiento exitoso, en la cual los factores extrínsecos juegan un papel neutral o positivo (52).

### **2.2.3.2.- SISTEMAS ORGÁNICOS**

#### **a.- Sistema musculoesquelético**

El envejecimiento es un proceso que afecta tanto a las estructuras óseas como a las estructuras musculares, produciendo osteoporosis y sarcopenia respectivamente.

La osteoporosis representa un importante problema de salud pública debido a su asociación con fracturas por fragilidad, principalmente de la cadera, la columna vertebral y la muñeca.

La sarcopenia, la pérdida de masa y función muscular relacionada con la edad, puede aumentar el riesgo de fractura al aumentar el riesgo de caídas. Además, existe una hipótesis que defiende que las cargas mecánicas generadas por la contracción muscular voluntaria mejoran la función ósea, existiendo una relación directa entre la salud muscular y ósea.

Los factores que influyen sobre el deterioro en la función muscular son la pérdida de masa muscular, la composición muscular, la activación neuronal, la capacidad aeróbica y el metabolismo, la infiltración de grasa, la fibrosis y la resistencia a la insulina. En el contexto del envejecimiento muscular, es importante recordar que no es solo una disminución en la masa muscular lo que contribuye al deterioro de la función muscular.

Las fracturas surgen a través de una interacción entre la fragilidad ósea y un trauma (generalmente caídas). Existe una clara relación entre el músculo esquelético y la masa ósea a lo largo del curso de la vida. Un ejemplo de ello es que la mayoría de personas con fractura de cadera son también sarcopénicos. Por ello, se ha establecido la debilidad muscular como uno de los principales factores para presentar riesgo de caídas.

Tanto la masa ósea máxima como la masa muscular y la fuerza alcanzan su máximo en la edad adulta temprana y, posteriormente, declinan con la edad desde aproximadamente la quinta década. En las mujeres hay un período acelerado de pérdida ósea superpuesto al período menopáusico (53).

Los factores que influyen en la salud ósea o muscular pueden ser genéticos o ambientales. Se describen a continuación en la tabla 3.

<b>FACTORES DE RIESGO PARA EL ENVEJECIMIENTO MUSCULAR Y ÓSEO</b>	
<b>CONSTITUCIONALES</b>	<b>AMBIENTALES</b>
Género femenino	<b>Bajo peso corporal</b>
<b>Edad</b>	<b>Hábito tabáquico</b>
Raza asiática o caucásica	<b>Consumo excesivo de alcohol</b>
<b>Deficiencia de hormonas sexuales</b>	<b>Inmovilización prolongada</b>
Entorno temprano	Consumo dietético bajo en calcio
Consumo bajo de proteínas	<b>Déficit de vitamina D</b>
<b>Co-morbilidad</b>	Uso de inhibidores de enzima convertidora de angiotensina
<b>Factores genéticos</b>	
Fractura por fragilidad previa	<b>Uso de esteroides</b>
Historia familiar de fracturas por fragilidad	Nivel bajo de hormona del crecimiento

Tabla 3.- Factores de riesgo para el envejecimiento muscular y óseo, según Curtis y col. (53).

---

## b.- Sistema cardiovascular

Existen varios cambios fisiológicos asociados al envejecimiento que favorecen la aparición de patologías cardiovasculares.

Con la edad se produce mayor rigidez a nivel de la arteria aorta. Esta rigidez determina que aumente la presión sistólica. Otro de los procesos asociados al envejecimiento es la disminución en la presión diastólica. También aumenta la presión del pulso. Todo ello, determina un aumento el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares.

La disminución en la presión diastólica favorece la aparición de isquemia miocárdica.

La exposición crónica a un aumento de la presión sistólica lleva a una hipertrofia del ventrículo izquierdo, lo que supone un aumento en la demanda miocárdica de oxígeno.

Esta demanda también aumenta por la arterioesclerosis producida como consecuencia del envejecimiento.

A nivel vascular, los dos cambios más importantes son la disfunción endotelial y la rigidez arterial central. La disfunción endotelial incluye una reducción vasodilatadora y de las propiedades antitrombóticas, con un incremento del estrés oxidativo y de las citoquinas inflamatorias, favoreciendo la formación de placas ateroscleróticas, la trombosis, y predisponiendo a enfermedades cardiovasculares.

El envejecimiento puede propiciar el desarrollo de mayores formas de fallo cardíaco, lo que constituye un cambio clave en la calidad de vida de los

---

adultos mayores, así como un incremento en los gastos derivados en los sistemas sanitarios.

Con la edad, el depósito de calcio tiende a disminuir en el esqueleto axial, pero aumenta en las estructuras cardiovasculares. Esto puede llevar a la producción de una estenosis aórtica por calcificaciones.

Otro de los cambios relacionados con la edad es la aparición de amiloidosis. La amiloidosis consiste en la acumulación de proteínas en el corazón, lo que lleva a que éste sea más rígido y tenga peor funcionalidad. La incidencia de amiloidosis puede aumentar en adultos mayores, principalmente en hombres (54).

#### c.- Sistema respiratorio

El sistema respiratorio se ve influenciado por diferentes cambios como consecuencia del envejecimiento:

*Modificaciones en la caja torácica.* Se produce una alteración en la caja torácica debido a la artrosis, las calcificaciones o la osteoporosis de la columna. Además los músculos se vuelven más débiles con la edad, lo que dificulta aún más la movilidad costal.

*Modificaciones broncopulmonares.* Con la edad, los pulmones de las personas se vuelven más pequeños. Los bronquiolos distales también disminuyen de tamaño. Disminuye la superficie alveolar y se reduce la superficie de intercambio capilar.

---

*Modificaciones en los volúmenes.* Durante el envejecimiento, el volumen corriente y la capacidad vital disminuyen, mientras que el volumen residual aumenta. La capacidad vital total permanece estable.

*Modificaciones en el control de la ventilación.* Las respuestas ventilatorias ante la hipoxia y la hipercapnia disminuyen con la edad. También disminuye progresivamente el consumo máximo de oxígeno (55).

#### d.- Sistema excretor

En el sistema excretor se producen cambios a nivel del funcionamiento nefrítico. Se producen cambios a nivel glomerular, túbulo-intersticial, vascular y endocrino. A nivel endocrino se encuentran alteraciones en los agentes endógenos vasoactivos, el sistema de renina-angiotensina y los niveles de eritropoyetina y vitamina D. Todo ello lleva a un declive de la función renal como consecuencia del envejecimiento (56).

Otro de los cambios que pueden afectar a los adultos mayores como consecuencia del envejecimiento es la incontinencia urinaria. Con la edad, se reduce la capacidad de la vejiga y disminuye la sensibilidad de los receptores nerviosos que permiten hacer consciente el deseo de orinar. Como resultado, los adultos mayores son conscientes de la necesidad de orinar mucho más tarde que las personas más jóvenes y pueden aparecer pequeñas pérdidas de orina (57).



---

#### e.- Sistema gastrointestinal

Los cambios relacionados con el envejecimiento sobre el sistema gastrointestinal se producen a varios niveles. A continuación se detallan los principales cambios sobre cada uno de ellos:

- *Cambios orofaríngeos.* Aparecen caries en la dentadura, disminuye la producción de saliva, se reduce la eficacia masticatoria y aparece presbifagia.
- *Cambios esofágicos.* Disminuye la presión del esfínter esofágico superior, se reduce el peristaltismo, se produce una relajación incompleta del esfínter esofágico inferior y se dilata el esófago.
- *Cambios estomacales.* Disminuye la motilidad, se produce un retraso en el vaciado de líquidos, disminuye la producción de ácidos y pepsina, aumenta la producción de gastrina y se reducen los niveles de factores citoprotectores de la mucosa gástrica.
- *Cambios intestinales.* Disminuye la absorción, la motilidad y el flujo de sangre.
- *Cambios en el colon.* Disminuye la motilidad, se producen contracciones musculares ineficaces y aumenta el colágeno en la pared del colon.
- *Cambios biliares.* Se produce una alteración en la composición de la bilis, así como una disminución del vaciado.
- *Cambios en el hígado.* Disminuye su tamaño y se reduce el flujo sanguíneo y la perfusión.
- *Cambios en el páncreas.* Disminuye su tamaño y aumentan la fibrosis y el depósito de ácidos grasos (58).

---

Todos estos cambios determinan que la digestión sea más difícil y se produzcan alteraciones como el estreñimiento.

#### **2.2.4.- CONTROL POSTURAL EN EL ENVEJECIMIENTO**

Las alteraciones del equilibrio son muy frecuentes en los adultos mayores. Se deben a cambios producidos durante el proceso de envejecimiento. El equilibrio debe tenerse en cuenta con especial atención, ya que está directamente relacionado con la movilidad de la persona mayor y su seguridad, influyendo directamente sobre el riesgo de caídas de la persona mayor (59).

Las causas de las alteraciones del equilibrio pueden ser vestibulares o no vestibulares, según el estudio de Eibling y col. (60). Entre las causas vestibulares encontramos la presbistasis, el vértigo posicional paroxístico benigno, el vértigo de Menière, la neuritis vestibular, la insuficiencia vertebro-basilar, la vestibulopatía posqueremitis y el vértigo migratorio. Las causas no vestibulares están constituidas por la fragilidad, el desequilibrio multisensorial y algunos medicamentos, como los antihipertensivos o los anticolinérgicos.

Además de estas causas, Sturnieks y col. señalan como elementos perturbadores del equilibrio la visión, la propiocepción, la integración sensorial y factores motores como la fuerza o el tiempo de reacción (61). Rossi-Izquierdo y col. además incluyeron la obesidad como un elemento que empeora el equilibrio y aumenta el riesgo de caídas (62).

---

Boisgontier y col. estudiaron además cómo se altera el control postural en función del estado de las estructuras cerebrales. Establecieron que el declive del equilibrio se debe, en parte, al declive de las estructuras cerebrales como consecuencia de la edad. Determinaron que el tronco cerebral es una estructura fundamental para el control postural, así como los ganglios basales, ya que cuando aumenta el volumen en esta zona, el control postural se ve reducido. También observaron otros fenómenos, como la actividad física, el mantenimiento del rango articular y la práctica de actividades que impliquen al equilibrio, que favorecen un mejor control postural (63).

Existe amplia evidencia del deterioro de muchos sistemas sensoriomotores relacionados con el control postural, incluso en poblaciones mayores sin signos claros de enfermedad (11). Las diferencias relacionadas con la edad observadas entre las medidas de equilibrio dinámico y estático y la fuerza máxima implican que, la madurez y el envejecimiento biológico pueden tener un impacto negativo sobre el equilibrio y la fuerza en adultos mayores (64).

### **2.2.5.- PATOLOGÍAS EN EL ENVEJECIMIENTO**

Son numerosas las patologías que se producen en los adultos mayores como consecuencia de los cambios producidos por el envejecimiento. Estas alteraciones pueden producir pérdida de años de vida como consecuencia de la discapacidad que suponen para la persona. Entre las patologías con mayor impacto sobre la discapacidad encontramos las alteraciones del oído y de la vista, las alteraciones pulmonares y las caídas. En el gráfico 3 se presenta una distribución de la cantidad de años perdidos por la

discapacidad en los adultos mayores según las diferentes patologías que influyen sobre ello.

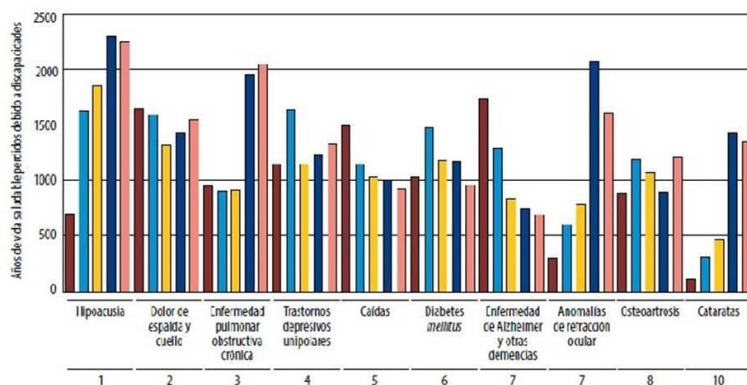


Gráfico 3.- Distribución de los años de vida perdidos debido a la discapacidad producida por las diferentes patologías (34).

Además de esta discapacidad, las patologías en los adultos mayores producen una pérdida de años por causa de la mortalidad. En este caso, las patologías con mayor impacto son la cardiopatía isquémica, el accidente cerebrovascular y las enfermedades pulmonares. En el gráfico 4 se muestran estas enfermedades y el impacto que tienen con la pérdida de años de vida por mortalidad.

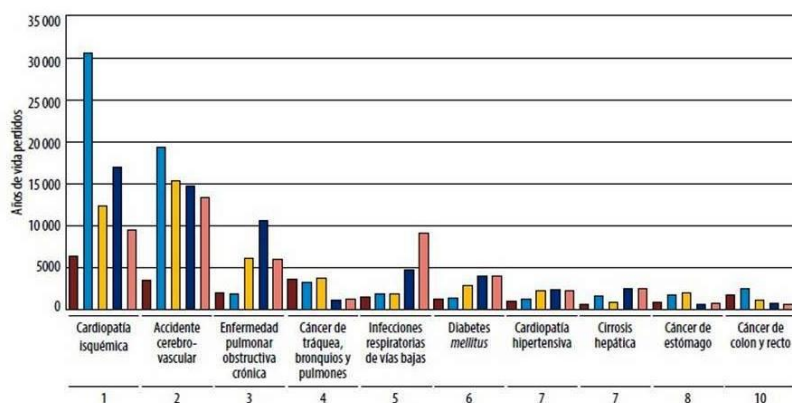


Gráfico 4.- Distribución de los años de vida perdidos por muerte producida por las diferentes patologías (34).

En España, las enfermedades más frecuentes entre la población mayor incluyen la hipertensión, los trastornos del metabolismo, la diabetes mellitus y la artrosis. A continuación se presenta la distribución de enfermedades más frecuentes entre la población española. (Tabla 4).

Problemas de salud	Ambos sexos		Hombres		Mujeres	
Hipertensión arterial	503,3	1	473,6	1	525,8	1
Trastornos del metabolismo lipídico	341,6	2	310,6	2	365,0	2
Artrosis (excepto columna)	220,0	3	146,6	5	275,6	3
Diabetes <i>mellitus</i>	197,0	4	218,0	3	181,0	4
Infección respiratoria aguda del aparato, sistema o vía superior	165,7	5	160,9	4	169,4	5
Síndrome de columna vertebral	127,3	6	105,0	8	144,2	6
Otras enfermedades del aparato locomotor	106,9	7	69,5	14	135,2	7
Catarata	101,5	8	89,9	10	110,3	9
Arritmia	95,2	9	105,1	7	87,7	14
Obesidad y sobrepeso	95,2	10	79,2	13	107,2	10
Enfermedades de los dientes/encías	94,2	11	100,1	9	89,8	12
Otras enfermedades cardiovasculares	89,1	12	61,0	15	110,4	8
Otras enfermedades de la piel	88,4	13	81,7	11	93,6	11
Cardiopatía isquémica	85,7	14	127,9	6	53,7	15
Otras enfermedades generales no especificadas	85,6	15	81,2	12	88,9	13
Medicina preventiva/promoción de la salud	167,1		160,1		172,4	

Tabla 4.- Patologías más frecuentes en la población mayor española (33).

## 2.2.6.- ENVEJECIMIENTO SALUDABLE

La Organización Mundial de la Salud (34) entiende el envejecimiento saludable como el proceso para fomentar y mantener la capacidad funcional de los adultos mayores para permitir el bienestar en la vejez.

La capacidad funcional incluye aquellos aspectos que permiten a la persona ser y hacer lo que es importante para ella. Incluye la capacidad intrínseca de la persona, que son aquellas capacidades físicas y mentales con las que cuenta la persona. Pero también es importante el entorno, que incluye los

---

factores del mundo exterior que forman el contexto de la vida. La interacción entre la capacidad intrínseca del individuo y el entorno del que se rodea da lugar a la capacidad funcional necesaria para conseguir un bienestar físico y emocional.

Las personas pueden tener reservas de capacidad funcional que no aprovechan y que contribuyen a la resiliencia de la persona mayor. La resiliencia es la capacidad de mantener o mejorar la capacidad funcional ante la adversidad, ya sea a través de resistencia, recuperación o adaptación.

Para alcanzar el bienestar, los adultos mayores reconocen que es importante tener:

- Un rol o identidad
- Relaciones
- La posibilidad de disfrutar
- Autonomía
- Seguridad
- Potencial de crecimiento personal

Para conseguir estos objetivos, la capacidad funcional debe incluir aspectos como tener movilidad, crear y mantener relaciones, satisfacer sus necesidades básicas, aprender, crecer y tomar decisiones y contribuir.

El envejecimiento se puede llevar a cabo siguiendo tres tipos de trayectorias:

- Trayectoria óptima. Es aquella en la que la capacidad intrínseca permanece alta hasta el final de la vida.
- Trayectoria interrumpida. Es aquella en la que un acontecimiento provoca disminución de la capacidad, seguida de cierta recuperación.

- 
- Trayectoria con deterioro. En esta trayectoria la capacidad disminuye de forma constante hasta la muerte.

El objetivo que se plantea desde el Envejecimiento Saludable es que todas las personas sigan una trayectoria lo más parecida posible a la trayectoria óptima. Para ello plantea diferentes estrategias dentro de los distintos marcos de actuación. Desde los servicios de salud se propone la prevención, detección temprana y tratamiento de las enfermedades crónicas, así como el control de la discapacidad. En los cuidados a largo plazo incluye el apoyo a las conductas que mejoren la capacidad. También pretende asegurar la dignidad de las personas en las últimas etapas de su vida. Y por último desde el entorno, se sugiere promover conductas que mejoren la capacidad y eliminar los obstáculos que impiden la participación.

Es en este último apartado donde se incluye la promoción de actividad física con el objetivo de mejorar o mantener las capacidades intrínsecas de los individuos, para mantener de este modo la capacidad funcional dentro de los mayores rangos posibles.

## **2.3.- CAÍDAS**

### **2.3.1.- DEFINICIÓN Y EPIDEMIOLOGÍA**

Las caídas son definidas por la OMS como acontecimientos involuntarios que hacen perder el equilibrio y dar con el cuerpo en tierra u otra superficie firme que lo detenga. Constituyen en el mundo la segunda causa de muerte por lesiones accidentales o no intencionales. En el mundo mueren anualmente 646000 personas como consecuencia de una caída,

---

mayoritariamente en países de bajos o moderados ingresos. Cada año se producen 37 millones de atenciones sanitarias como consecuencia de una caída.

Las caídas afectan a toda la población, pero son los mayores de 65 años los que se encuentran en mayor riesgo de caída mortal (65).

Los adultos mayores menos propensos a sufrir caídas son las que viven en la comunidad. La probabilidad de que una persona caiga aumenta cuanto más tiempo lleve institucionalizada u hospitalizada. Dentro del grupo de adultos mayores independientes y no institucionalizados, un 40% de la población tendrá al menos una caída cada año, y al menos 1 de cada 40 de ellos serán hospitalizados (66). Dentro de las personas institucionalizadas, el porcentaje de personas que caen al menos una vez al año aumenta hasta el 52% (67).

Al hablar de caídas con heridas, el porcentaje de personas afectadas es mayor en las mujeres, y también se encuentra más incidencia cuánto mayor es la edad de las personas, siendo el grupo de mayores de 80 años el más afectado (68).

En España, los valores son similares a los encontrados en otros países. El porcentaje de personas que caerán al menos una vez al año se sitúa entre el 25 y 31% de la población no institucionalizada. Lavedán Santamaría y col. encontraron la menor prevalencia con un 25% de personas que volverán a caerse al menos una vez al año (69). Rodríguez-Molinero y col. observaron que ese porcentaje en su población era del 28,4% y el 9.9% repetirían la caída en dos o más ocasiones (70). Un 9.3% de la población sufrió fracturas y el 55% necesitó asistencia sanitaria. En el estudio de Varas y col. estos resultados fueron del 31.78%, el 12.98%, el 7.8% y 30% respectivamente (71).



---

En la revisión realizada por Silva y col. se vio de nuevo la mayor prevalencia de caídas entre la población institucionalizada que entre la que vive en la comunidad (72). (Gráfico 5).

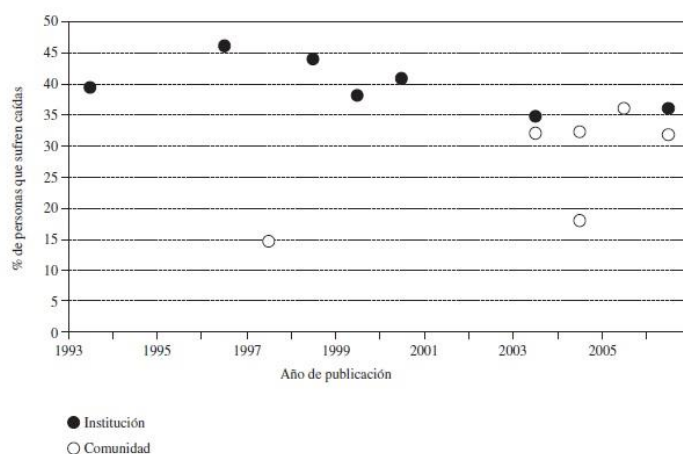


Gráfico 5.- Prevalencia de caídas en personas institucionalizadas y personas que viven en la comunidad, según Silva y col. (72).

### 2.3.2.- CONSECUENCIAS DE LAS CAÍDAS

Las caídas son una de las principales causas de muerte e incapacidad en los adultos mayores y suponen un peligro grave para su salud. No solo perjudican a los propios afectados, sino que se ven implicados la familia, los profesionales sanitarios y las instituciones. Según lo propuesto por Tideiksaar y Lázaro (73,74), las consecuencias derivadas de las caídas se pueden dividir en varios apartados:

#### 2.3.2.1.- MORTALIDAD

Las caídas, como ya se ha visto, son una de las principales causas de muerte en los mayores de 65 años. El riesgo de morir por caídas aumenta a medida

---

que se envejece, la tasa de mortalidad es de 10 a 150 veces mayor entre los adultos mayores que en los grupos poblacionales más jóvenes. También es 8 veces mayor en los mayores de 75 años que entre las personas entre 65 y 74 años. De las personas ingresadas en el hospital por una caída, sólo el 50% aproximadamente seguirá con vida un año más tarde. En las personas mayores de 80 años, una de cada cinco caídas supondrá la muerte del afectado. La mortalidad normalmente se debe a la morbilidad y consecuencias derivadas de las caídas. Sin embargo, hay que tener en cuenta los dispositivos mecánicos, como barras en la cama, que se usan para evitar caídas, pero a veces pueden producir accidentes que deriven en la muerte del paciente.

#### **2.3.2.2.- MORBILIDAD**

##### **a.- Daños físicos**

El 16% de las caídas en adultos mayores implica una lesión física, el 4% resulta en fractura y el 12% produce lesiones graves.

Los daños que se generan más frecuentemente son las fracturas. El 90% de las fracturas de cadera, pelvis y muñeca en adultos mayores se asocian a caídas de bajo impacto.

La fractura de cadera se produce en el 2.9% de las caídas, y aunque no es muy alta la incidencia, la mortalidad asociada es importante. Un 4% de las personas con fractura de cadera como consecuencia de una caída muere en el hospital, y durante el año siguiente este porcentaje alcanza el 23%. La morbilidad asociada a esta lesión se relaciona con una disminución en la movilidad, en el nivel de deambulaci3n prem3rbido y en la dependencia

---

para caminar. Los factores que empeoran el pronóstico de la lesión son los siguientes:

- Altura de la caída y superficie de impacto. Cuánto mayor es la altura desde la que se cae y más duro es el suelo peor pronóstico en la fractura.
- Reflejos de protección. La pérdida de reflejos, como consecuencia de una disfunción neuromuscular asociado al envejecimiento, aumenta el impacto de la caída.
- Amortiguadores de choque. El pronóstico de la fractura es peor en personas muy delgadas, con músculos atrofiados o con almohadillas grasas disminuídas.
- Fortaleza ósea. La osteoporosis es un factor de riesgo para las fracturas de cadera. A veces incluso la fractura se produce espontáneamente y ésta deriva en una caída.
- Inmovilidad.

Otro de los grandes problemas asociados a las caídas son los Traumatismos Craneoencefálicos (TCE). Las caídas constituyen la causa de la mayoría de ingresos hospitalarios en adultos mayores. Como consecuencia del TCE pueden producirse contusiones, desgarros o hematomas subdurales, con peor pronóstico entre adultos mayores que en los grupos poblacionales más jóvenes.

#### b.- Trauma psicosocial

Las caídas, principalmente cuando se repite, suponen consecuencias psicosociales traumáticas. Pueden alterar la percepción de la imagen de uno

---

mismo, y crear sentimiento de fragilidad e incompetencia. Todo ello deriva en una reducción de su sociabilidad y su participación en actividades de ocio.

#### c.- Miedo a caer

Las caídas pueden hacer que los adultos mayores pierdan la confianza en su capacidad funcional por miedo a caer. El 50% de las personas que sufren caídas evitan realizar sus actividades básicas de la vida diaria por miedo a volver a caer o lesionarse. Es algo que resulta perjudicial y afecta negativamente a la movilidad y a la independencia de los adultos mayores.

Múltiples estudios muestran este elevado porcentaje de personas que manifiestan miedo a caerse tras haber sufrido una caída (19,75,76).

#### d.- Problemas familiares

Las familias de las personas que han sufrido una caída muestran también diferentes sentimientos con respecto al problema. Algunas pueden sentirse responsables y culparse por no haber estado presentes para evitarlo. Otras en cambio, trasladan esta responsabilidad al personal que cuida de la persona mayor. Deben tomar decisiones, y muchas veces resulta complicado, sobre todo si se trata de poner dispositivos mecánicos para limitar la movilidad de la persona y evitar así posibles caídas. También pueden verse afectados a la hora de organizar el núcleo familiar, si la persona tiene que trasladarse de domicilio para recibir los cuidados oportunos o si es necesario institucionalizarla en una residencia. Todo esto,

---

genera unos conflictos en las familias, que hay que tener en cuenta y tratar de ofrecer soluciones en la medida que sea posible.

#### e.- Efectos sobre el personal sanitario

Estos conflictos surgen, sobre todo, en ambientes institucionales, en los que el cuidador encargado de la persona mayor debe decidir constantemente entre permitir el deseo de autonomía que la persona mayor necesita y garantizar la seguridad que la familia solicita. Muchas veces es imposible evitar las caídas y esto puede generar sentimientos de frustración en el personal sanitario.

#### f.- Impacto económico

Las caídas y sus consecuencias tienen un efecto sobre el gasto económico que se deriva de ellas. Este gasto puede ser debido a diferentes factores:

- Gastos legales. Derivados de posibles responsabilidades e indemnizaciones, sobre todo cuando las caídas ocurren dentro de instituciones.
- Costes de mano de obra. Los gastos se incrementan en los servicios necesarios para evaluar las caídas, proporcionar atención y controlar a los pacientes.
- Gastos de equipamiento. Dispositivos para la movilidad, barandillas, sistemas de alarma y equipo médico necesario tras la caída del mayor.
- Gastos de utilización. Derivados de una hospitalización prolongada tras sufrir una caída.

---

Estos gastos suponen una gran carga económica para un país. Se estima que estos gastos pueden oscilar entre los 500 y los 2000 millones de dólares al año para los sistemas sanitarios de un país (77,78). Los sistemas sanitarios de Estados Unidos, en el año 2010, gastaron 30000 millones de dólares en gastos derivados directamente de caídas en adultos mayores (79). En España, según un estudio realizado por la Fundación Mapfre, el gasto derivado de los accidentes en adultos mayores asciende a 423 millones de euros, siendo las caídas las responsables del 83% de estos accidentes (80).

### **2.3.3.- FACTORES DE RIESGO DE CAÍDAS**

El riesgo de caídas se origina cuando "una persona participa en una actividad que da lugar a un desequilibrio, a un desplazamiento del cuerpo fuera de su base de sustentación". Las caídas suelen ser el desenlace tras un episodio de pérdida de equilibrio, si los sistemas responsables de la estabilidad no son capaces de reconocer y corregir el desplazamiento del cuerpo a tiempo para evitarla.

Algunas caídas tienen una causa obvia, pero la mayoría parecen estar motivadas por la suma de muchos factores. No son episodios accidentales ni causales, sino que son acontecimientos predecibles, el resultado de muchos factores relacionados con la persona y con el entorno, que se producen bien por separado o conjuntamente.

Los factores de riesgo de caídas pueden dividirse en intrínsecos, es decir los que están relacionados directamente con la persona, y extrínsecos, relacionados con el entorno. Tideiksaar y Lázaro (73,74), proponen la siguiente clasificación.

---

### 2.3.3.1.- FACTORES INTRÍNSECOS

#### a.- Cambios asociados a la edad

*Cambios en la movilidad.* La movilidad depende del funcionamiento de muchos sistemas, como el visual, el cardiovascular, el musculoesquelético y el neurológico. La función de estos sistemas declina con la edad, afecta a la marcha, al equilibrio y aumenta el riesgo de caídas de las personas.

*Cambios en la visión.* Con la edad, se reduce la capacidad de los ojos para adaptarse a diferentes niveles de luz y oscuridad, así como la capacidad para discriminar los objetos, su distancia, etc. Los cambios fisiológicos del envejecimiento relacionados con la visión influyen a la hora de adaptarse al entorno y pueden aumentar el riesgo de caídas.

*Cambios vestibulares.* Los cambios relacionados con el envejecimiento se pueden producir en el oído interno o en las células nerviosas. Estos cambios pueden ser ganglioesclerosis, atrofia de células, alteraciones bioeléctricas, etc.

*Cambios en el sistema propioceptivo.* Se produce un deterioro de los mecanorreceptores como consecuencia del envejecimiento.

*Cambios en el equilibrio.* La información propioceptiva, visual y vestibular (relacionada con el enderezamiento) son fundamentales a la hora de mantener un buen equilibrio. Todas ellas, se pueden ver afectadas por el envejecimiento. Las deficiencias en más de un sistema tienden a reducir el umbral de equilibrio y a aumentar el riesgo de caídas.

---

*Cambios en la marcha.* Durante el proceso de envejecimiento, la marcha se ve afectada. Los cambios que se pueden producir son la reducción de la longitud de paso y su altura y la disminución de la velocidad. Todos ellos, pueden influir negativamente sobre el riesgo de caídas.

*Cambios en el sistema musculoesquelético.* Los cambios a nivel muscular y óseo son muy importantes durante el envejecimiento. Llevan a una posición de la persona encorvada hacia delante, que puede incrementar el riesgo de caídas. La osteoporosis parece tener un efecto determinante en el aumento del riesgo de caídas (81).

*Cambios en el sistema cardiovascular.* Con la edad se producen cambios fisiológicos que afectan a la regulación de la presión arterial. El reflejo barorreceptor es sensible a grandes cambios súbitos de la presión arterial, y ayuda a mantener suficiente flujo sanguíneo al cerebro. El deterioro progresivo de este reflejo se traduce en episodios transitorios de hipotensión.

#### b.- Procesos patológicos

*Enfermedades agudas.* Un 10% de las caídas en adultos mayores son atribuibles a enfermedades agudas. Se conocen como caídas prodrómicas y se asocian a enfermedades agudas subyacentes. Estas enfermedades pueden ser el síncope, la hipotensión, las arritmias cardíacas, los trastornos electrolíticos, las convulsiones, los accidentes cerebrovasculares, las infecciones con fiebre y las exacerbaciones agudas de enfermedades crónicas subyacentes.



---

*Enfermedades crónicas.* Es frecuente que una caída anuncie un deterioro de la salud de la persona mayor atribuible a una enfermedad crónica. Estos trastornos pueden ser visuales, el glaucoma o la degeneración macular, neurológicos, como la ataxia, la hemiplejia o un parkinsonismo, musculoesqueléticos, como la artrosis o la debilidad muscular, cognitivos, como la demencia o la depresión, o trastornos del lenguaje, como la disartria o la disfagia.

#### c.- Fármacos

Los fármacos que han sido relacionados con el riesgo de caídas pertenecen a los siguientes grupos de fármacos: opioides, antipsicóticos (excluyendo al litio), ansiolíticos, hipnóticos y antidepresivos. Estos fármacos aumentan directamente el riesgo de caídas. Otros fármacos lo aumentan como consecuencia de un descenso en el ortostatismo y son: vasodilatadores usados en enfermedades cardíacas, antihipertensivos, diuréticos, beta-bloqueantes, bloqueadores de canales de calcio, inhibidores del sistema renina-angiotensina, antagonistas del alfa-adrenorreceptor y los agentes dopaminérgicos. En este grupo se incluyen de nuevo los antipsicóticos y los antidepresivos (82).

#### **2.3.3.2.- FACTORES EXTRÍNSECOS**

Los factores extrínsecos para el riesgo de caídas también pueden subdividirse en varios apartados:

---

#### a.- Entorno físico

*En la vivienda.* Se pueden encontrar suelos irregulares, deslizantes, con desniveles, etc. La iluminación puede ser insuficiente o con luces muy brillantes. En cuanto a las escaleras se pueden encontrar ausencia de pasamanos, peldaños altos, falta de descansillo o iluminación inadecuada. En la cocina pueden aparecer muebles a una altura incorrecta o suelos resbaladizos. En el cuarto de baño pueden encontrarse lavabos o retretes muy bajos o falta de barras en duchas y aseos. Y en el dormitorio, las camas pueden ser altas, haber cables sueltos, objetos en el suelo o mesillas de noche cambiantes.

*En calles, plazas, jardines, etc.* En este punto se pueden encontrar aceras estrechas, con desniveles y obstáculos. El pavimento puede ser defectuoso o mal conservado, los semáforos pueden ser de corta duración, se pueden encontrar charcos o los bancos para sentarse pueden encontrarse a una altura indebida.

*En los medios de transporte.* Se pueden observar escalones inadecuados en autobuses, coches, trenes, aviones, etc. Otros factores pueden ser los movimientos bruscos del vehículo o los tiempos cortos para entrar y salir.

#### b.- Dispositivos

Los dispositivos mecánicos empleados para evitar caídas pueden tener el efecto completamente opuesto en muchas ocasiones. Estos dispositivos como son las barandillas laterales de las camas o las sujecciones mecánicas para inmovilizar a la persona mayor, pueden desatarse o cambiarse si no están correctamente colocadas, haciendo más fácil que la persona caiga. Y

---

además, generan mayor ansiedad y agitación, haciendo que aumente el riesgo de caídas. Por lo tanto, hay que ser muy cuidadoso con el empleo de estos dispositivos.

#### c.- Calzado

Un calzado inapropiado puede alterar la marcha y el equilibrio y producir caídas. Los zapatos más inapropiados son los de tacón alto, los que no ajustan bien, las suelas de goma o de piel, las suelas gruesas o llevar calcetines sin zapatos. Todos estos elementos predisponen a aumentar el riesgo de una caída.

#### **2.3.3.3.- FACTORES DE RIESGO PARA CAÍDAS CON LESIONES**

El riesgo de lesión tras una caída aumenta por la presencia de los siguientes factores:

- Edad avanzada. Las mujeres mayores con osteoporosis son las que tienen un riesgo mayor.
- Debilidad de las extremidades inferiores, pérdida de flexibilidad en las articulaciones o alteraciones de la marcha.
- Deambulación con bastón o andador.
- Mala visión.
- Demencia.
- Inmovilidad (73).

Estos factores de riesgo pueden presentarse de manera individual o combinarse la presencia de varios. Cuánto mayor es el número de factores

---

de riesgo que presente una persona, mayor será el riesgo de caerse, tal y como presenta Tinetti en los resultados de su estudio (83). (Gráfico 6).

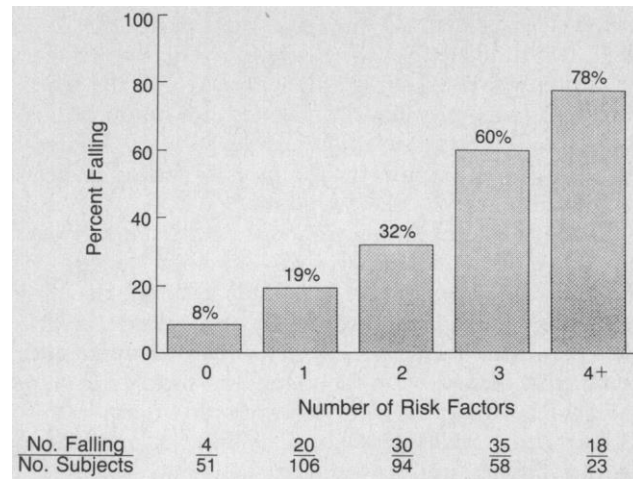


Gráfico 6.- Porcentaje de personas que caen en función de el número de factores de riesgo presentes, según Tinetti y col. (83).

#### 2.3.4.- GRUPOS DE RIESGO

Las personas que tienen mayor riesgo de padecer una caída son los que se incluyen dentro de los siguientes grupos:

- Enfermos con patología neurológica. Las patologías que más riesgo de caída tienen son la enfermedad de Parkinson, la demencia tipo Alzheimer, la patología cerebrovascular, la enfermedad de Binswanger, las alteraciones de la marcha de tipo neurológico, la hidrocefalia normotensiva, las alteraciones visuales, las alteraciones sensoriales, el vértigo o la mielopatía.
- Pacientes con patología osteomuscular. Las enfermedades más frecuentes en este grupo son la patología inflamatoria y degenerativa y la osteoporosis.
- Pacientes con patología cardiovascular (74).

---

En función del nivel de riesgo también se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Riesgo alto. Personas que reúnan varios factores de riesgo, con más de 75 años, que presenten patologías crónicas y que estén institucionalizadas.
- Riesgo intermedio. Personas que tengan entre 70 y 80 años, que sean independientes pero que presenten un factor de riesgo específico.
- Riesgo bajo. Personas menores de 75 años, sanos, con buena movilidad, pero que han podido tener una caída, generalmente por un descuido (84).

### **2.3.5.- EVALUACIÓN DEL RIESGO DE CAÍDAS**

El riesgo de caídas es una medición que se lleva a cabo para determinar el estado de los adultos mayores, siendo útil a la hora de emplear intervenciones que reduzcan esta posibilidad. Para la evaluación del riesgo de caídas se propone realizar un historial de caídas, una evaluación etiológica y una evaluación funcional (85).

*Historial de caídas.* Dentro de la evaluación de una persona mayor se deben registrar todas las caídas que ha tenido, así como otros aspectos relacionados con la caída que pueden influir en el pronóstico de la misma. Estos aspectos pueden ser el mecanismo de caída, el estado del entorno dónde se produjo la caída, las condiciones de iluminación o el suelo, los daños producidos o si presenta miedo a volver a caerse (86).

---

*Evaluación etiológica.* Permite evaluar el estado de los diferentes componentes que afectan al equilibrio, como son el sistema sensorial (visual, vestibular y somatosensorial), el sistema efector (fuerza, resistencia, amplitud y flexibilidad) y el sistema de procesamiento central (85).

*Evaluación funcional.* Numerosos test y escalas han sido validados para la medición del riesgo de caídas en función de la situación funcional de la persona mayor. Así, encontramos escalas que miden movilidad y funcionalidad, como el TUG (87) o el OLS (24), escalas que miden marcha y equilibrio, como la Escala de Tinetti (29), pruebas que determinan componentes de la marcha como la velocidad (88) y pruebas que miden la capacidad de recuperar el equilibrio ante perturbaciones externas, como el empuje esternal.

En nuestro estudio, se emplearán la Escala de Tinetti, el TUG, el OLS y el FSBT. Estas pruebas se seleccionaron por haber demostrado su utilidad como predictoras de caídas en poblaciones similares a la nuestra.

### **2.3.6.- INTERVENCIONES PARA REDUCIR EL RIESGO DE CAÍDAS**

Las medidas que se toman para reducir el riesgo de caídas en adultos mayores intentan intervenir directamente sobre los factores de riesgo que pueden presentar las personas. Las siguientes medidas son las más empleadas:

- Tratamiento farmacológico de las patologías que están aumentando el riesgo de caídas, como pueden ser una arritmia o un parkinsonismo.

- 
- Empleo de dispositivos de ayuda, como andadores o bastones, en pacientes con alteraciones de la marcha.
  - Tratamiento fisioterápico en pacientes con alteraciones específicas de la marcha, como la debilidad, la inestabilidad o la artritis (66).
  - Tratamiento adecuado de los déficits visuales o auditivos (66,89).
  - Administración de vitamina D para el tratamiento de la osteoporosis.
  - Reducción, si es posible, de la medicación psicotrópica y psicoactiva y del número total de medicamentos.
  - Tratamiento de la hipotensión postural (89).
  - Adaptación del hogar, tanto en la colocación de muebles adecuados, como la colocación de dispositivos que ayuden a las actividades de la vida diaria, como el aseo.
  - Programas de prevención de caídas. Incluye programas de actividad física multimodales, en los que se entrenan diferentes capacidades de la persona, como la fuerza, el equilibrio y la resistencia. Estos programas parecen tener el efecto más fuerte en la reducción del riesgo de caídas (66).

También se incluyen medidas como el control del calzado y la pisada empleando, por ejemplo, zapatos con tacón más bajo y base más amplia (89).

## **2.4.- EJERCICIO FÍSICO EN ADULTOS MAYORES**

Los Centros para la Prevención y Control de Enfermedades de Estados Unidos (CDC) proponen las siguientes definiciones con respecto a la actividad y el ejercicio físico (90):

- 
- La actividad física se define como "cualquier movimiento corporal producido por la contracción músculoesquelética que aumenta el gasto energético por encima del nivel basal. Se suele referir generalmente a aquella actividad física que mejora la salud".
  - El ejercicio físico constituye "una subcategoría de actividad física que está planificada, estructurada, repetitiva e intencionada cuyo objetivo es el mantenimiento y mejora de uno o más componentes de la aptitud física".
  - El ejercicio de entrenamiento comprende "las actividades físicas realizadas durante el tiempo de ocio con el propósito de mantener o mejorar la forma física, el rendimiento físico o la salud".
  - La actividad física para mejorar la salud incluye "cualquier actividad que, cuando se agrega a la actividad basal, produce beneficios sobre la salud. Caminar enérgicamente, saltar a la comba, bailar, levantar pesas o hacer yoga, son ejemplos de actividad física que mejora la salud".

Por lo tanto, el ejercicio físico puede ser tomado en cuenta como un elemento positivo para conseguir beneficios sobre la salud. El objetivo de todo ejercicio físico debe ser conseguir mantener o mejorar todas las capacidades físicas posibles, sin que la persona mayor sufra ningún daño. Por ello, es necesario conocer los riesgos que pueden aparecer antes de que la persona mayor comience a realizar un programa de ejercicio físico.

Estos riesgos pueden ser propios de las características de la persona mayor, como la edad, el sexo, el estado de salud, la masa corporal, el equilibrio, la marcha o la forma física. También pueden ser relativos al ejercicio, como la frecuencia, la duración, la velocidad, la intensidad o la relación



---

ejercicio/reposo. Y por último, podemos encontrar riesgos propios del entorno, como la ropa, el calzado, el estado del suelo o el clima (91).

Desde el Sistema de Salud se propone una valoración básica de los adultos mayores atendiendo al tipo de sujetos que realizan ejercicio físico. Cuando hablamos de adultos mayores físicamente independientes, esta valoración debe contener los siguientes aspectos: una historia clínica, antecedentes personales, antecedentes familiares de patología cardiovascular o muerte súbita, práctica deportiva, exploración física general y del aparato circulatorio y una prueba de esfuerzo (91).

Esta valoración inicial antes de empezar con un programa de ejercicio físico controlado permite minimizar los riesgos de la actividad y potenciar todos los efectos beneficiosos que el ejercicio puede ofrecer.

## **2.4.1.- EFECTOS DEL EJERCICIO FÍSICO**

### **2.4.1.1.- EFECTOS SOBRE LA SALUD**

El ejercicio físico aporta numerosos beneficios sobre la salud de los adultos mayores. En la revisión realizada por Mora y Valencia se recogen los efectos más importantes que se producen al realizar una práctica de ejercicio regular (92):

- *Beneficios generales.* El ejercicio físico mejora la calidad de vida, el bienestar y la calidad de vida social y emocional. Reduce el riesgo de mortalidad por cualquier causa, el riesgo de cáncer y el riesgo de caídas.

- 
- *Beneficios sobre los sistemas cardiovasculares y pulmonares.* Produce efectos positivos sobre diferentes parámetros, como la frecuencia cardíaca, la rigidez arterial, el gasto cardíaco, el intercambio de gases, los músculos respiratorios y la vascularización. Además reduce el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares, insuficiencia cardíaca, ataques cardíacos y accidentes cerebrovasculares. También reduce la presión arterial y el colesterol LDL y total.
  - *Beneficios sobre los sistemas neurológicos y neuropsicológicos.* El ejercicio físico aumenta la conducción nerviosa y mejora el equilibrio, la propiocepción, la memoria, la atención, la orientación visuo-espacial, el tiempo de reacción y el sueño. Previene además de demencia y deterioro cognitivo leve y mejora la memoria.
  - *Beneficios sobre los sistemas inmunológico y endocrino.* El ejercicio físico reduce los marcadores inflamatorios, aumenta la tasa metabólica basal, reduce el porcentaje de grasa y mejora la sensibilidad a la insulina. Todo ello, previene de las condiciones relacionadas con la obesidad y reduce el riesgo de diabetes mellitus.
  - *Beneficios sobre el sistema musculoesquelético.* Aumenta la masa muscular, la fuerza y la potencia. Aumenta también la masa ósea y la síntesis de colágeno en ligamentos y tendones. Gracias a ello, previene de osteoporosis, fracturas osteoporóticas, sarcopenia y fragilidad (92). También mejora la movilidad, el equilibrio, la fuerza y el tiempo de reacción en los adultos mayores que realizan ejercicio regularmente (93).

---

#### 2.4.1.2.- EFECTOS SOBRE DIFERENTES PATOLOGÍAS

Además de los beneficios generales que se producen sobre la salud de los adultos mayores, el ejercicio físico aporta otra serie de efectos que intervienen sobre las patologías más frecuentes que se producen sobre los adultos mayores.

*Efectos sobre las enfermedades cardiovasculares.* La exposición repetitiva a los efectos hemodinámicos del ejercicio induce adaptaciones antiaterogénicas en la función vascular y estructural. Ello reduce los efectos de la aterosclerosis, aumentando el contenido de colágeno y elastina en la placa aterosclerótica, disminuyendo los volúmenes del núcleo necrótico y reduciendo la placa en general. El ejercicio físico estimula la vasodilatación vascular, disminuye la inflamación crónica y aumenta el diámetro de las arterias. Se produce una colateralización coronaria, aumentando la perfusión miocárdica y protege contra las arritmias graves. La cardioprotección puede ser inducida por una sola sesión de ejercicio o se pueden mantener estos efectos mediante la práctica de ejercicio regularmente (94).

*Efectos sobre las enfermedades respiratorias.* El ejercicio físico se considera actualmente como el principal elemento en la rehabilitación pulmonar en pacientes con enfermedades crónicas. Se ha identificado como el mejor medio disponible para mejorar la función muscular y la tolerancia al ejercicio en estos pacientes, además de disminuir la disnea (95).

*Beneficios sobre el dolor musculoesquelético y la artritis.* El ejercicio físico se presenta como un contribuyente importante para el manejo de los síntomas de estas patologías, produciendo un alivio del dolor, distracción del dolor, mejoría en la función articular y un aumento de la energía de estas personas (96).

---

*Beneficios sobre la diabetes mellitus.* El ejercicio físico tiene un papel importante sobre las alteraciones propias de la diabetes, que están potenciadas por el envejecimiento en adultos mayores. Pero estos efectos se ven limitados si no se acompañan con una nutrición adecuada. Cuando se combinan una buena nutrición y la práctica de ejercicio regular, se producen los siguientes efectos: el mantenimiento de un buen perfil metabólico, de la masa musculoesquelética, la hidratación y un peso saludable, la reducción de la grasa visceral y la resistencia a la insulina y la mejoría en la calidad muscular, la función física en general y la calidad de vida (97).

*Beneficios sobre la obesidad.* El ejercicio físico puede suponer una mejoría en la función física y en la fragilidad en adultos mayores obesos. La pérdida de peso también conduce a estos resultados. Sin embargo, la combinación entre pérdida de peso y ejercicio físico regular produce una mejoría mucho mayor, por lo que se establece como un elemento crucial para que los adultos mayores obesos mantengan su independencia funcional (98).

*Beneficios sobre la osteoporosis.* El ejercicio físico influye sobre la masa y la fuerza ósea en todas las edades del desarrollo esquelético. Pero, mientras que en la infancia lo que consigue es promover la acumulación ósea y la optimización de la geometría ósea, en los adultos mayores ayuda a mantener o atenuar la pérdida de masa y fuerza ósea, reduciendo de este modo el riesgo de fractura osteoporótica. El mejor tipo de ejercicio para conseguir estos efectos en adultos mayores es el entrenamiento multimodal, que incluya ejercicios de fuerza y resistencia entre otros (99).

*Beneficios sobre la sarcopenia y la fragilidad.* El ejercicio físico que incluye entrenamiento de la resistencia, reduce la acumulación de grasa intramuscular y mejora la función muscular. Los programas de ejercicios

---

multimodales, que combinan ejercicios de resistencia moderada junto con ejercicios de equilibrio, aumentan la masa muscular y la velocidad al caminar. Constituye por sí mismo una de las mejores intervenciones para retrasar e, incluso, revertir el inicio de la fragilidad. El ejercicio regular puede mejorar la capacidad funcional, reducir el riesgo de caídas, mejorar el equilibrio y la capacidad cardiorrespiratoria y desarrollar la fuerza muscular. Se recomienda desarrollar estrategias multimodales que combinen, por ejemplo, el ejercicio con la nutrición para conseguir que el tratamiento de la sarcopenia y la fragilidad sea más eficaz (100).

*Beneficios cognitivos.* El ejercicio físico es un medio para la promoción de la salud cognitiva en los adultos mayores. Los principales elementos beneficiados por la participación en un programa de ejercicio regular son la atención, la velocidad de procesamiento, la función ejecutiva y la cognición global, pero también aparecen efectos positivos sobre la memoria visuo-espacial, la memoria de trabajo y la actuación con doble tarea (93,101).

*Beneficios sobre la salud mental.* El ejercicio físico ha demostrado su eficacia en la reducción de la severidad de trastornos de depresión (102). También es eficaz para mejorar la calidad del sueño, tanto en duración como en eficiencia (103).

## **2.4.2.- EJERCICIO FÍSICO, EQUILIBRIO Y CAÍDAS**

La práctica de ejercicio físico regularmente se está estableciendo como una intervención para mejorar el equilibrio y reducir la incidencia y el riesgo de caídas. Numerosos estudios emplean diferentes tipos de ejercicios con el objetivo de mantener o mejorar el equilibrio en los adultos mayores,

---

intentando prevenir de los efectos negativos que produce su alteración, como son las caídas y las consecuencias derivadas de ellas.

La evidencia científica demuestra que la práctica de ejercicio físico mejora el equilibrio, la marcha y la fuerza muscular, con un nivel de evidencia A, es decir, que se recomienda fuertemente, en adultos mayores sanos. La práctica de ejercicio en casa también se recomienda pero con un nivel de evidencia B (89). En adultos mayores que ya estén en riesgo de caídas el nivel de evidencia de la práctica de ejercicio físico se reduce hasta el nivel B, pero sigue siendo recomendable para prevenir caídas (104).

Los programas de ejercicio físico más empleados para mejorar el equilibrio son los programas de ejercicio multimodal, los programas propioceptivos, los programas que emplean exergames y los programas de entrenamiento de la fuerza (19).

*Los programas propioceptivos*, que incluyen ejercicios como Tai Chi, Yoga o Pilates, han demostrado su eficacia para mejorar el equilibrio y prevenir caídas (105–107).

*Los programas que emplean exergames*, es decir, juegos de realidad virtual, se han implantado recientemente, y han demostrado su eficacia en aumentar el equilibrio, sobre todo el dinámico, y reducir el miedo a caerse (19,108,109).

*Los programa de entrenamiento de fuerza* han demostrado su eficacia sobre la fuerza muscular, pero su efecto sobre el equilibrio es más reducido (19).

La evidencia apunta a que los mejores programas para mejorar el equilibrio son los que incluyen *ejercicios multimodales*, es decir, ejercicios de equilibrio, fuerza, resistencia y flexibilidad. Son los más recomendados en la

---

actualidad por presentar mayores beneficios sobre los adultos mayores (19,104,110).

Estos programas tienen la mayor eficacia mejorando el equilibrio (19,93,111), reduciendo el riesgo de caídas (19,110,112), el riesgo de fracturas asociado a las caídas (112) y el miedo a volver a caerse (19,75).

### **2.4.3.- CONTRAINDICACIONES**

Las contraindicaciones para la realización de ejercicio en adultos mayores se encuentran bien descritas en la bibliografía y son aceptadas por la mayoría de autores. Son recomendaciones muy generales, lo ideal es valorarlas de manera individual. Hay que tener en cuenta las características del programa y adaptar de manera individual la duración e intensidad del mismo para cada persona. Las principales contraindicaciones para la realización de ejercicio físico por adultos mayores son descritas a continuación, según lo establecido por Ramos y col. en su estudio (91).

#### **2.4.3.1.- CONTRAINDICACIONES ABSOLUTAS**

- Infecciones e inflamaciones agudas.
- Enfermedades infecciosas crónicas.
- Tumores malignos.
- Insuficiencia cardíaca, renal, hepática y respiratoria.
- Enfermedades metabólicas no controladas (diabetes, hipertiroidismo).
- Cardiopatía isquémica grave.
- Estenosis aórtica severa.

- 
- Infarto de miocardio reciente.
  - Angina de pecho al realizar esfuerzos ligeros (< 50 w).
  - Miocarditis y pericarditis aguda.
  - Miocardiopatía hipertrófica.
  - Aneurisma ventricular.
  - Aneurisma de aorta.
  - Extrasistolia ventricular que aumenta con el ejercicio.
  - Arritmias ventriculares no controladas.
  - Bloqueo aurículo-ventricular de segundo y tercer grado.
  - Síndrome de Wolf-Parkinson-White sintomático.
  - Embolias recientes.
  - Cor pulmonale crónico.
  - Hipertensión arterial no controlada.
  - Enfermedades que alteran el equilibrio o producen vértigo.

#### **2.4.3.2.- CONTRAINDICACIONES RELATIVAS**

- Extrasístole ventricular que no aumenta con el ejercicio.
- Bloqueo de rama izquierda.
- Enfermedades vasculares compensadas.
- Existencia de marcapasos cardíaco.
- Varices graves con historia de tromboflebitis.
- Arritmias.
- Trastornos electrolíticos, en especial hipopotasemia.
- Obesidad.
- Tratamiento con fármacos (digital, betabloqueantes).



---

## 2.5.- SEDENTARISMO

Al hablar de sedentarismo debemos diferenciar dos conceptos que nos permitirán entender la dimensión del problema. Por un lado debemos entender lo que supone la "inactividad física" y por otro lado, el "comportamiento sedentario".

*La inactividad física* se define como unos niveles de actividad física menores que aquellos requeridos para una salud óptima y la prevención de una muerte prematura (90).

Estos niveles de actividad física mínimos son establecidos por la OMS. Las recomendaciones para personas mayores de 65 años incluyen la acumulación de un mínimo de 150 minutos semanales de actividad física aeróbica moderada, o bien, la acumulación de al menos 75 minutos semanales de actividad aeróbica vigorosa, o bien, una combinación de actividad física equivalente entre ambas. En el caso de querer obtener un beneficio mayor, se deberían duplicar estos tiempos. Una recomendación especial, para los grupos de adultos mayores con dificultades en la movilidad, supone la dedicación de al menos tres días a la semana a realizar actividades físicas, para mejorar de este modo su equilibrio y riesgo de caídas (113).

La inactividad física produce numeros efectos negativos sobre la salud, que se detallarán más adelante. En forma de resumen, estos efectos son la disminución del volumen sanguíneo total y de la concentración de hematíes, la reducción de la presión hidrostática en el sistema cardiovascular, la reducción del efecto de la gravedad y la presión sobre el sistema musculoesquelético, el bajo gasto cardíaco como consecuencia de la falta de

actividad muscular y el aumento del estrés psicológico (114). Además de estos efectos, la inactividad física se constituye como una de las causas principales de muerte prematura, situándose como factor de riesgo a la altura del tabaco o la obesidad (115).

*El comportamiento sedentario* se define como toda actividad realizada durante las horas del día, que implique un mínimo gasto energético por realizarse de manera sentada o tumbada (116). Esto supone que, aunque las personas cumplan con las recomendaciones de la OMS sobre actividad física, pueden pasar gran parte de su día en una situación sedentaria, ya sea por el trabajo o los hábitos de vida. En lo que a comportamiento sedentario se refiere, España se sitúa como el primer país de Europa en porcentaje de población que pasa entre 2.5 y 6.5 horas al día sentado (117). (Gráfico 7).

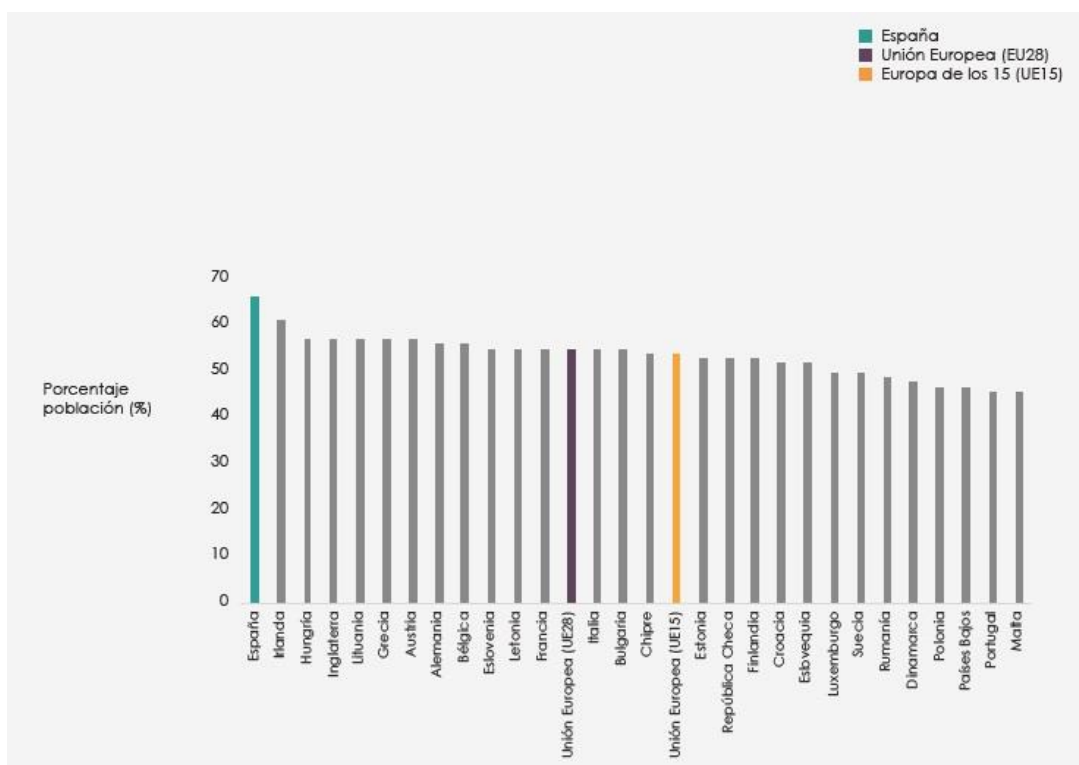


Gráfico 7.- Porcentaje de población con comportamiento sedentario en los diferentes países europeos (117).

---

Debido a la dificultad para calcular estos valores, durante este estudio se atenderá a la inactividad física como valor predictor del sedentarismo. Sin embargo, hay que tener en cuenta el comportamiento sedentario para abarcar el problema de manera completa.

### **2.5.1.- EPIDEMIOLOGÍA DEL SEDENTARISMO**

El sedentarismo es un problema mundial que afecta a la mayoría de la población. Un 60% de la población mundial no realiza la actividad física necesaria para obtener beneficios para la salud (118).

Esta prevalencia se mantiene entre la población de adultos mayores. Un 60% de los adultos mayores reconoce estar sentado durante más de cuatro horas al día mientras está despierto. El 65% reconoce estar sentado delante de una pantalla durante más de tres horas diarias, y el 55% se encuentra viendo la televisión más de dos horas diarias (119). Estas mediciones varían cuando son auto-reportadas y medidas objetivamente. Cuando los adultos mayores establecen su tiempo de comportamiento sedentario, la media se encuentra en 5.3 horas diarias, pero cuando la medida es objetiva, la media alcanza las 9.4 horas diarias. Esto supone que los adultos mayores invierten entre un 65 y un 80% de su tiempo despiertos en actividades de ocio sentados. La magnitud del problema es tal, que el 67% de la población mayor de 65 años tiene un comportamiento sedentario durante 8.5 horas al día (120).

En España, los números implican que tres de cada cinco españoles no realiza ninguna actividad física moderada, aumentan a dos de cada tres cuando se trata de actividad física vigorosa (117). (Gráfico 8).

Estos números nos sitúan por encima de la media europea en lo que a inactividad física concierne. España se consolida como el octavo país de la Unión Europea con mayor porcentaje poblacional que no cumple con las recomendaciones de la OMS (117). (Gráfico 9).

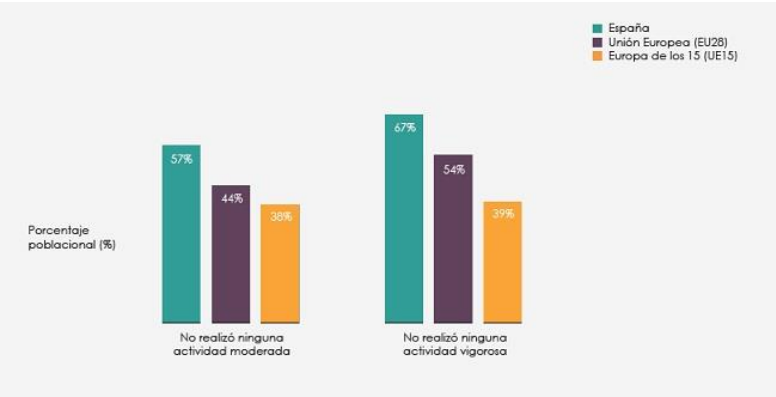


Gráfico 8.- Porcentaje poblacional que no realizó ninguna actividad moderada o vigorosa en los 7 días previos a la encuesta (117).

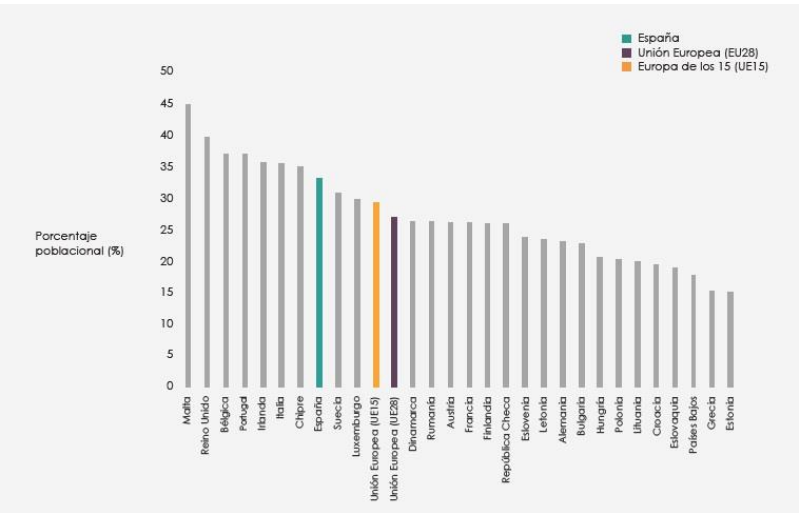


Gráfico 9.- Porcentaje poblacional que no cumple con las recomendaciones de la OMS en los diferentes países europeos (117).

Sin embargo, no todos los datos son malos. En 2014, se obtuvieron los mínimos resultados registrados históricamente en adultos, tanto en hombres como en mujeres. El sedentarismo es menos marcado en hombres, siendo el 31.08% de los hombres sedentarios, mientras que las mujeres superan el 42% (121). (Gráfico 10).

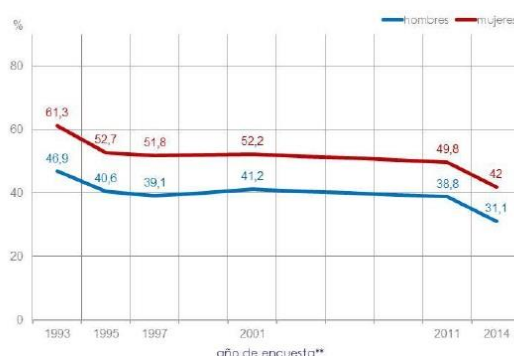


Gráfico 10.- Porcentaje de personas sedentarias en España. En azul los hombres y en rojo las mujeres (121).

En Castilla y León, un 32.39% de la población masculina y un 34.57% de la población femenina, se encuentran dentro de los rangos de sedentarismo. Esto sitúa a los hombres dentro de los valores medios de la población española, pero se puede observar que las mujeres tienen un porcentaje mucho menor a la media española. Esto equipara a ambos sexos dentro de nuestra comunidad, en cuanto a sedentarismo se refiere.

Por último, si atendemos a los porcentajes de personas sedentarias en función del sexo y la edad, vemos los siguientes resultados (Tabla 5).

Podemos observar que dentro de la población mayor de 65 años, los porcentajes de sedentarismo oscilan entre el 34 y el 75%, aumentando los valores a medida que las personas son más mayores. También se observa, que en la población mayor, no existe una equiparación entre sexos, siendo

mayor el porcentaje de mujeres sedentarias alrededor de un 8% mayor con respecto al de hombres, en todos los grupos de edad mayores de 65 años (122). Es un porcentaje muy alto a tener en cuenta, por lo que es necesario favorecer intervenciones para reducirlo.

	TOTAL	SI	NO
<b>AMBOS SEXOS</b>			
TOTAL	100,00	36,68	63,32
DE 15 A 24 AÑOS	100,00	26,78	73,22
DE 25 A 34 AÑOS	100,00	32,61	67,39
DE 35 A 44 AÑOS	100,00	34,95	65,05
DE 45 A 54 AÑOS	100,00	36,99	63,01
DE 55 A 64 AÑOS	100,00	36,10	63,90
DE 65 A 74 AÑOS	100,00	34,07	65,93
DE 75 A 84 AÑOS	100,00	54,76	45,24
DE 85 Y MAS AÑOS	100,00	75,12	24,88
<b>HOMBRES</b>			
TOTAL	100,00	31,08	68,92
DE 15 A 24 AÑOS	100,00	18,02	81,98
DE 25 A 34 AÑOS	100,00	25,11	74,89
DE 35 A 44 AÑOS	100,00	30,34	69,66
DE 45 A 54 AÑOS	100,00	35,90	64,10
DE 55 A 64 AÑOS	100,00	33,81	66,19
DE 65 A 74 AÑOS	100,00	30,14	69,86
DE 75 A 84 AÑOS	100,00	44,73	55,27
DE 85 Y MAS AÑOS	100,00	62,38	37,62
<b>MUJERES</b>			
TOTAL	100,00	42,01	57,99
DE 15 A 24 AÑOS	100,00	35,94	64,06
DE 25 A 34 AÑOS	100,00	40,14	59,86
DE 35 A 44 AÑOS	100,00	39,74	60,26
DE 45 A 54 AÑOS	100,00	38,07	61,93
DE 55 A 64 AÑOS	100,00	38,30	61,70
DE 65 A 74 AÑOS	100,00	37,53	62,47
DE 75 A 84 AÑOS	100,00	61,90	38,10
DE 85 Y MAS AÑOS	100,00	82,07	17,93

Tabla 5.- Porcentaje de personas sedentarias en España, en los diferentes grupos de edad, en total y por sexos (122).

## 2.5.2.- PROBLEMAS DE SALUD ASOCIADOS AL SEDENTARISMO

La inactividad física ha demostrado tener efectos negativos sobre la salud. Se constituye como la cuarta causa mundial de muerte, sólo superado por la

---

hipertensión, el consumo de tabaco o el nivel elevado de glucosa en sangre. Supone un 6% de las muertes a nivel mundial (113).

Se ha relacionado con numerosas enfermedades no transmisibles. La falta de actividad física es responsable de entre un 6 y un 10% de las enfermedades coronarias, diabetes tipo 2 y cáncer de colon y pecho. También es la causa de un 9% de las muertes prematuras (115).

Se han revisado estudios realizados sobre gemelos, en los que uno de ellos realizaba actividad física, mientras que el otro se sometía solo a los factores ambientales. En ellos se ha visto que hay una tendencia al aumento de la circunferencia abdominal (relacionada con el sobrepeso), empeora la situación vascular, aumentan los valores de hipertensión y aumenta el riesgo de una demencia tipo Alzheimer en los gemelos inactivos (90).

En la revisión realizada por Lurati y col. (123) han relacionado la inactividad física con la debilidad muscular, el desacondicionamiento físico, la rigidez articular, la intolerancia a la glucosa, la formación de coágulos en la sangre, la osteoporosis y una disminución en la calidad del sueño. Este mismo efecto también fue descrito por de Castro y col. (124). (*Imagen 9*).

Sin embargo, la mayoría de estudios realizados sobre personas sedentarias no son concluyentes. Mañas y col. (125), en su revisión, apuntan a que existe una relación negativa entre la inactividad física y diferentes aspectos de salud, pero la calidad de los estudios no permite determinar esta relación con exactitud. Ocurre lo mismo en el estudio realizado por de Rezende y col. (126), en el que encontró una débil relación entre el comportamiento sedentario y el síndrome metabólico, la obesidad, la circunferencia abdominal y algunos biomarcadores cardiometabólicos. Esta relación débil

con biomarcadores cardiovasculares y metabólicos fue observada también por Wirth y col. (127).

<b>FATIGA MUSCULAR</b> Disminución de la salida cardíaca Disminución de la oxigenación Disminución de la vascularización Disminución del óxido nítrico Fatiga muscular temprana	<b>COÁGULOS DE SANGRE</b> Disminución de la oxigenación en las extremidades inferiores Disminución del óxido nítrico Aumento de fibrina y plaquetas Aumento de las especies de oxígeno reactivas Aumento de la inflamación crónica Aumento de la muerte celular Aumento de inflamación con producción de citoquinas Telómeros acortados Disminución de los genes supresores de tumores Aumento del estrés oxidativo Aumento de enfermedades crónicas
<b>DESACONDICIONAMIENTO</b> Disminución de la masa muscular Disminución en la actividad mitocondrial Disminución de enzimas oxidativas Incremento de mediadores inflamatorios Debilidad del músculo esquelético	<b>OSTEOPOROSIS</b> Disminución de la hormona de crecimiento Disminución del factor de crecimiento similar a la insulina Disminución de la actividad anabólica Disminución de la masa ósea
<b>RIGIDEZ ARTICULAR</b> Disminución de la elasticidad muscular Disminución del ácido hialurónico Disminución del líquido sinovial Incremento de las contracturas musculares Incremento de la rigidez articular	<b>CALIDAD DEL SUEÑO</b> Aumento de la respuesta simpática Depresión en la producción de melatonina Aumento de la apnea del sueño Aumento de la somnolencia diurna y la fatiga
<b>INTOLERANCIA A LA GLUCOSA</b> Incremento de los niveles de insulina Metabolismo lipídico alterado Aumento de peso	

Imagen 9.- Principales problemas de salud asociados al sedentarismo, según Lurati (123).

En lo que todos están de acuerdo, es en la relación significativa que existe entre la inactividad física y el riesgo de muerte por cualquier causa (115,126,128).

A continuación, se presenta una tabla para resumir las relaciones establecidas con el estilo de vida sedentario. (*Imagen 10*).





Imagen 10.- Principales relaciones establecidas con un estilo de vida sedentario. La mortalidad se encuentra marcada por ser la única relación significativa. Basado en Wullems y col. (128).

### 2.5.3.- IMPACTO ECONÓMICO DEL SEDENTARISMO

Como se ha podido comprobar, la inactividad física está relacionada con numerosas enfermedades y con una muerte prematura. El impacto económico que este estilo de vida conlleva es un aspecto crítico a la hora de analizar las consecuencias de la inactividad.

Según el estudio realizado por Ding y col. en 2016 (129), la inactividad física cuesta a los sistemas internacionales de salud más de 53000 millones de dólares en todo el mundo, 31200 millones de ellos son pagados por los sistemas públicos. Además de esto, las muertes prematuras asociadas a la inactividad suponen pérdidas en la productividad por valor de 13700 millones.

En España se han realizado cálculos acerca del coste de la inactividad relacionándolo con las muertes prematuras y las enfermedades que produce. Los cálculos más conservadores estiman que los gastos relacionados con las pérdidas de productividad por muerte prematura alcanzan los 194 millones

---

de euros. Esta cifra asciende hasta alcanzar valores entre 387 y 581 millones de euros, cuando se tienen en cuenta los gastos derivados de enfermedades cardiovasculares y cánceres relacionados con la inactividad. En total, y de forma conservadora, se estima un gasto anual de 1560 millones de euros asociado a la inactividad física, de los cuáles el 70.5% es costado por administraciones públicas. Sólo con una reducción del 10% de la inactividad, supondría para nuestro país un ahorro anual de 156 millones de euros (117).

#### **2.5.4.- SEDENTARISMO Y CONTROL POSTURAL**

El control postural es un proceso que se ve afectado con la inactividad física. La literatura publicada sobre el tema ha encontrado diferencias entre personas físicamente activas y personas sedentarias en cuanto al equilibrio y el riesgo de caídas se refiere. En el estudio realizado por Unhjem y col. (130), se muestra cómo aparecen diferencias en cuanto a la velocidad de la marcha o la estancia unipodal entre adultos mayores atletas, activos y sedentarios. Rosenberg y col. observaron que existe una relación inversa entre la comportamiento sedentario y las puntuaciones obtenidas en algunos test funcionales, como son el Short Physical Performance Battery o el 400 Meter Walking Test (131). Ikezoe y col. encontraron esta relación inversa de nuevo (132), teniendo en cuenta que a mayor tiempo pasan las personas sentadas en su vida diaria, peores puntuaciones obtienen en el TUG o el OLS. Copeland y col. también describieron un aumento del miedo a caerse relacionado con el comportamiento sedentario (76).

El control postural parece estar relacionado con el sedentarismo. Las personas físicamente inactivas presentan un peor control postural frente a

aquellas que practican ejercicio regularmente. El ejercicio físico tiene efectos positivos sobre el control postural y parece ralentizar la degradación del equilibrio como consecuencia de la edad. Estos beneficios dependen del ejercicio realizado, ya que los ejercicios propioceptivos como el Tai Chi parecen tener mejores resultados que otros programas, del tiempo que se impliquen las personas y permanezcan realizando el programa, y del momento de su vida en el que empezaron a realizarlo, es decir, si son personas activas desde la infancia, parecen presentar un mejor equilibrio que personas sedentarias que comienzan a realizar ejercicio en la edad adulta (19).

## 2.5.5.- MEDIDAS IMPLANTADAS PARA REDUCIR EL SEDENTARISMO

La Comisión Europea en colaboración con la Oficina Regional para Europa de la OMS han desarrollado guías y recomendaciones para la promoción de la actividad física para la salud. España cumple todos los indicadores que se han propuesto, que podemos ver en la tabla 6, pero esto no parece traducirse en un descenso de la población inactiva.

Salud	Deporte	Educación	Transporte	Supervisión	Guías
Consejos de actividad física como parte de los servicios de atención primaria	Existencia de políticas nacionales de deporte para todos	Obligatoriedad de práctica de actividad física en las escuelas de educación secundaria	Diseño de políticas de promoción de transporte activo a la escuela y el lugar del trabajo	Inclusión de preguntas sobre práctica de actividad física en las encuestas de salud	Existencia de recomendaciones nacionales sobre práctica de actividad física
Si	Si	Si	Si	Si	Si

Tabla 6.- Indicadores españoles para el descenso de la población inactiva (117).

---

Existen numerosos tipos de intervención para reducir el sedentarismo. Entre ellos se encuentran la educación sobre hábitos de vida saludables, incluyendo aquellos aspectos relacionados con la inactividad física, o intervenciones dirigidas a aumentar la actividad física diaria y reducir el comportamiento sedentario. En el estudio realizado por Martin y col. (133), las intervenciones directas sobre el sedentarismo han resultado efectivas. Las intervenciones para promover un estilo de vida físicamente activo y reducir el comportamiento sedentario no han conseguido la suficiente evidencia, pero parecen tener un efecto positivo en la reducción de la inactividad. Esta falta de evidencia se debe a la calidad de los estudios revisados, por lo que aunque sea positiva se necesita más investigación para determinar el efecto real.

La promoción de la actividad se puede realizar a través de diferentes programas, que incidan sobre determinados aspectos funcionales de los participantes. Existen numerosos programas de actividad física y deporte para mayores, para incentivar el estilo de vida activo. También existen programas de ejercicio en el hogar. Una de las medidas más novedosas introducidas con el objeto de reducir el sedentarismo, y que ha demostrado un efecto positivo, es el empleo de un contador de pasos (134).

En resumen, el estilo de vida inactivo y sedentario puede ocasionar graves problemas de salud, incluido un deterioro del control postural, generando grandes costes económicos para los sistemas sanitarios. Este gasto se puede reducir mejorando la calidad de vida de la personas y aumentando el tiempo que invierten en realizar actividad física. Para ello, es necesario ofrecer programas y controlar el desarrollo de los mismos, ofreciendo de este modo, una alternativa al estilo de vida sedentario.



### **3.- OBJETIVOS E HIPÓTESIS DE TRABAJO**



### **3.1.- HIPÓTESIS DE TRABAJO**

Un programa de ejercicios, basados en el control postural en adultos mayores sanos e independientes durante un total de 24 sesiones, mejora su equilibrio y reduce su riesgo de caídas medido con diferentes pruebas funcionales diseñadas para tal fin.

### **3.2.- OBJETIVOS**

1. Diseñar un protocolo de tratamiento específico de control postural para adultos mayores, que mejore las habilidades de los participantes sobre su equilibrio y reduzca el riesgo de caídas.
2. Aplicar dicho protocolo en adultos mayores pertenecientes al Ayuntamiento de Salamanca para determinar su eficacia.
3. Analizar el estado de equilibrio y el riesgo de caídas de una población de adultos mayores sanos, funcionales y no institucionalizados.
4. Determinar si existen diferencias en el estado de equilibrio y riesgo de caídas en una población de adultos sanos, funcionales y no institucionalizados, atendiendo a si son activos o sedentarios y a su edad.
5. Establecer si la realización del protocolo de ejercicios de control postural implica mejoras valoradas según diferentes escalas de

equilibrio aplicadas en los adultos mayores antes y después de la intervención, atendiendo a si forman parte del grupo intervención o el grupo control y a su edad.

6. Establecer si la realización del protocolo de ejercicios de control postural implica mejorías valoradas según diferentes escalas de equilibrio aplicadas en los adultos mayores antes y después de la intervención, atendiendo a su edad.
7. Concretar, después de la realización de un protocolo de 24 semanas de ejercicios de control postural, cuáles son las escalas de equilibrio para adultos mayores empleadas en esta investigación más sensibles a los cambios producidos.





## **4.- MATERIAL Y MÉTODOS**

---

---

---

## **4.1.- DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

Se llevó a cabo un diseño de estudio cuasi experimental longitudinal prospectivo, en el que se evaluó la evolución del control postural de aquellos individuos que, voluntariamente, se inscribieron en el Programa de Equilibrio ofertado por el Excmo. Ayuntamiento de Salamanca, en dos centros municipales de mayores de la ciudad de Salamanca, siendo este programa la intervención realizada.

El estudio se desarrolló a lo largo del curso académico 2016/2017. El período de intervención comenzó en noviembre de 2016 y se extendió hasta junio de 2017. Los participantes fueron valorados al inicio y al final de la intervención. El investigador principal se encargó de la recogida de los datos de los participantes, la aleatorización, la realización de las evaluaciones inicial y final, la entrega de los cuadernos de ejercicios y la instrucción de los fisioterapeutas que realizaron la intervención. Estos fisioterapeutas pertenecían al Área de Fisioterapia de la Universidad de Salamanca.

Los grupos de intervención a los que fueron asignados los participantes inscritos fueron el GIA, o grupo de intervención de personas físicamente activas, el GIS, o grupo de intervención de personas sedentarias, y el GC, o grupo control. Los dos primeros grupos participaron en el Programa de Equilibrio durante las 24 semanas que duró la intervención y recibieron un cuaderno de ejercicios para realizar en el domicilio. El GC se formó inicialmente por todos aquellos participantes que no obtuvieron una plaza en el sorteo, fueran sedentarios o activos. Permanecieron en la reserva, de tal forma que si algún participante de los grupos de intervención abandonara el programa podría ser ocupada por un participante del GC. Recibieron como

única intervención el cuaderno de ejercicios, así como instrucciones para poder realizarlos en casa correctamente.

Previamente a la valoración inicial a todos los participantes se les informó detalladamente sobre los objetivos y la metodología de la misma mediante un consentimiento informado.

Al finalizar el estudio, todos los participantes se evaluaron de nuevo, pero no se tuvieron en cuenta los datos de los participantes activos ya que el objetivo de nuestro estudio era comparar la intervención con un grupo control de personas sedentarias.

Las investigaciones realizadas en adultos mayores fueron aprobadas por el Comité de Bioética de la Universidad de Salamanca, con fecha 19 de abril de 2017. (*Anexo 1*).

## **4.2.- POBLACIÓN DE ESTUDIO**

En el estudio participaron personas mayores de 60 años, de ambos sexos, válidas y no institucionalizadas del municipio de Salamanca y que voluntariamente se inscriben en el Programa de Equilibrio.

Durante el mes de octubre de 2016, la Concejalía de Mayores del Ayuntamiento de Salamanca procedió a iniciar un período divulgativo sobre el Programa de Equilibrio, mediante la publicación de un tríptico informativo en su página web (135) y la difusión del programa en diferentes periódicos locales (136,137). A continuación, se abrió un período de inscripción que se extendió desde el día 10 hasta el 21 de octubre de 2016.

Dado que el número de solicitudes superó el número de plazas ofertadas para el Programa, la Concejalía de Mayores del Ayuntamiento de Salamanca realizó un sorteo público para adjudicar las plazas del Programa de Equilibrio. La actividad fue ofertada en los Centros Municipales de Mayores "Juan de la Fuente" y "Tierra Charra", por lo que se realizaron dos sorteos, uno en cada centro, repartiendo los participantes en tres grupos. Dos de los grupos realizaron la actividad en "Juan de la Fuente" y uno de ellos en "Tierra Charra". Los solicitantes que no consiguieron plaza fueron incluidos en un listado de reserva y pasaron a formar parte del grupo control.

A todos los solicitantes, tanto a los que se les adjudicó una plaza como a los que quedaron en reserva, en cualquiera de los dos centros de mayores, se les realizó una valoración clínica individualizada inicial, con el fin de determinar la presencia de las contraindicaciones absolutas o relativas para la realización de los ejercicios propuestos y que constituyen algunos de los criterios de exclusión del programa.

#### **4.2.1.- CRITERIOS DE INCLUSIÓN**

Los criterios de inclusión que se establecieron para participar en este estudio fueron:

1. Ser mayor de 60 años e inscribirse voluntariamente en el Programa de Equilibrio.
2. Asistir a la evaluación inicial (E1I o E1C) aceptando la participación en el estudio con la firma del consentimiento informado.

### **4.2.2.- CRITERIOS DE EXCLUSIÓN**

Los criterios de exclusión que se establecieron para participar en el estudio fueron:

1. Presentar alguna de las contraindicaciones absolutas o relativas, descritas en los apartados 2.4.3.1 y 2.4.3.2 del marco teórico (91).
2. Presentar alguna limitación que interfiera con el equilibrio de forma grave, como son alteraciones neurológicas, alteraciones visuales graves o problemas musculoesqueléticos graves.
3. Presentar dificultades que impidan realizar las pruebas de las evaluaciones con normalidad.
4. Sufrir algún incidente o patología durante el programa que interfiera con las evaluaciones o intervenciones del estudio.
5. Participar en el Programa de Revitalización Geriátrica desarrollado por el Área de Fisioterapia de la Universidad de Salamanca, en colaboración con el Excmo. Ayuntamiento de Salamanca.
6. No realizar o acudir a la revisión final del estudio.

## **4.3.- PLANIFICACIÓN E INTERVENCIÓN**

### **4.3.1.- PLANIFICACIÓN**

La planificación de la intervención realizada en el estudio, durante el período comprendido entre octubre de 2016 y junio de 2017, fue secuenciada de la siguiente manera (*Tabla 7*):

1. En primer lugar, los interesados en participar en el Programa de Equilibrio debían realizar una inscripción voluntaria.
2. Adjudicación de plazas y publicación de listados de admitidos y reservas tras un sorteo público.
3. Lectura y firma del consentimiento informado, tras informar oportunamente y responder a cualquier duda planteada por los participantes de los grupos de intervención (*Anexo 2*).
4. Evaluación inicial a los grupos de intervención (E1I) realizada en el mes de noviembre de 2016 por el investigador principal del programa, que consistió en formalizar la historia clínica y realizar distintas pruebas y valoraciones funcionales, que se describen en el siguiente apartado.
5. Determinación de la muestra teniendo en cuenta los criterios de inclusión y no presentar ninguno de exclusión.
6. Periodo de intervención (PI) dirigida por fisioterapeutas del Área de Fisioterapia de la Universidad de Salamanca. Se extendió desde el mes de noviembre de 2016 hasta el mes de mayo de 2017, con una sesión semanal durante 24 semanas de actividad, lo que supone un total de 24 sesiones.
7. Lectura y firma del consentimiento informado, tras informar oportunamente y responder a cualquier duda planteada por los participantes del grupo control (*Anexo 2*).
8. Evaluación inicial al grupo control (E1C) realizada en el mes de diciembre de 2016 por el investigador principal del programa, que consistió en formalizar la historia clínica y realizar distintas pruebas y valoraciones funcionales, del mismo modo que ocurrió en los grupos de intervención.
9. Entrega del cuaderno de ejercicios y explicación oportuna para la realización de estos por parte de los participantes del grupo control en su domicilio.

10. Al finalizar este periodo de intervención, se procede a realizar por parte de los investigadores la evaluación final (E2I) de los participantes de los grupos de intervención en el mes de junio de 2017, constando de las mismas pruebas y valoraciones funcionales.

11. Durante el mes de julio de 2017, se procedio a realizar la evaluación final (E2C) de los participantes del grupo control, constando de las mismas pruebas y valoraciones funcionales.

CALENDARIO DE INTERVENCIÓN									
MESES	NOV '16	DIC '16	ENE '17	FEB '17	MAR '17	ABR '17	MAY '17	JUN'17	JUL '17
GRUPO INTERVENCIÓN SEDENTARIO (GIS)	E1I	PI						E2I	
GRUPO INTERVENCIÓN ACTIVO (GIA)	E1I	PI						E2I	
GRUPO CONTROL		E1C							E2C

Tabla 7.- Secuencia del estudio.

#### 4.3.2.- INTERVENCIÓN

La intervención se basó en el Programa de Equilibrio diseñado para este estudio, basado en ejercicios de control postural y fuerza muscular pertenecientes al programa Fallproof (138,139), realizándose durante 24 semanas, con una cadencia de una sesión semanal de aproximadamente 55 a 60 minutos. Además se indicó la realización de ejercicios en el domicilio a través de un cuaderno basado en el programa de ejercicios Otago (140). El cuaderno se incluye en el anexo 3.



Las sesiones de ejercicios dirigidos fueron realizadas por dos fisioterapeutas, contratados por la Universidad de Salamanca, con cargo al proyecto de investigación financiado por el Excmo. Ayuntamiento de Salamanca, denominado: "Investigación sobre la adecuación de Programas de Actividad Física, Revitalización, Reeducción Muscular y Terapia Ocupacional con personas mayores, en el marco de la Fisioterapia preventiva".

#### **4.3.2.1.- ESTRUCTURACIÓN DE LA SESIÓN BÁSICA**

Para el diseño de la sesión tipo se incluyeron ejercicios de calentamiento, fuerza muscular, control postural y estiramientos, además de dedicarle un tiempo a la hidratación. La hidratación no se considera ejercicio como tal, pero se consideró necesaria durante la sesión, ya que es primordial para los mayores. El esquema utilizado para el diseño de las sesiones se detalla a continuación:

1. Calentamiento
2. Ejercicios de fuerza muscular.
3. Ejercicios individuales de control postural.
4. Hidratación.
5. Ejercicios grupales de control postural.
6. Estiramientos y ejercicios de ventilación.

Se recomendó el uso de ropa cómoda y amplia que permitiese la realización de los movimientos necesarios y evitase rozamientos y molestias. El calzado que se indicó fueron zapatillas deportivas cómodas, evitando calzado de tacón, zapatos demasiado ajustados o zapatillas que no se ajustasen bien y produjeran desequilibrios.

Antes de comenzar el programa, se informó a los participantes que deberían intentar realizar los ejercicios lo más correctamente posible, esforzándose, pero que cada persona debía adaptar el ejercicio a su nivel, realizando la actividad de manera segura y evitando peligros. Además, los fisioterapeutas encargados de dirigir la actividad, durante la progresión de las sesiones indicaron a los participantes aquellas variaciones que consideraron necesarias para que el ejercicio fuera seguro pero eficaz, progresando en la dificultad a medida que la condición física del participante así lo requería.

Al comienzo de la sesión se realizaba un saludo y un recuento de los participantes, para controlar la asistencia y aprovechando para revisar la indumentaria de cada uno.

#### a.- Calentamiento

El calentamiento comprendió siempre los mismos ejercicios, que permitieron que los participantes se familiarizaran con ellos y dieran entrada a los ejercicios de fuerza y control postural. Esta parte de la sesión comprendía los primeros 10 minutos de la misma. Los ejercicios realizados durante esta parte de la sesión son los siguientes:

**C1:** Los participantes caminan hacia delante utilizando una zancada reducida de los pasos (el suelo se señala con líneas separadas 5 cm).

**C2:** Los participantes caminan hacia delante usando una zancada ampliada en los pasos (el suelo se señala con líneas separadas 20-30 cm).

**C3:** Se combinan los ejercicios anteriores, alternando cuatro pasos reducidos con cuatro pasos amplios.

**C4:** Los participantes caminan con el patrón de marcha "step-to". Los participantes caminan hacia delante dando un paso largo con una pierna y llevando la otra hasta ella durante el siguiente paso. Se realizan 10 pasos con una pierna y después se repite el ejercicio con la pierna contralateral.

**C5:** Se repite el ejercicio anterior, pero se pide a los participantes que cambien de pierna para dar el paso largo después de una serie de pasos (cuatro pasos).

**C6:** Los participantes caminan hacia delante sobre los talones y por una superficie firme.

**C7:** Los participantes caminan hacia delante de puntillas sobre una superficie firme.

**C8:** Se combinan los ejercicios anteriores, alternando cuatro pasos de puntillas con cuatro pasos de talones. Se puede aumentar o reducir el número de pasos completados usando el patrón de marcha para ajustarlo a la capacidad de coordinación de los participantes.

**C9:** Los participantes cruzan la habitación dando pasos laterales. Se les anima a juntar los pies a cada paso y a mantener las caderas mirando hacia delante en todo momento. Se repite la actividad en dirección opuesta.

**C10:** Los participantes comienzan a dar pasos en semitándem por la habitación moviendo el pie izquierdo directamente detrás de la pierna derecha en cada paso lateral. Luego se hace que repitan el movimiento en dirección opuesta, moviendo el pie derecho directamente detrás de la pierna izquierda en cada paso lateral.

**C11:** Se repite la actividad, pero ahora deben situar el pie izquierdo directamente delante del pie derecho en vez de detrás de él a cada paso.

**C12:** Los participantes caminan cruzando los pies. Cuando se dan pasos cruzados completos, la pierna retrasada se adelanta directamente delante de la pierna adelantada y luego detrás de ella, en pasos alternos.

**C13:** Los participantes caminan con los pies en tándem (uno detrás del otro) hacia delante y atrás.

**C14:** Los participantes caminan con giros de cabeza a la derecha, centro e izquierda: Empiezan a caminar sobre una superficie firme con la cabeza y los ojos mirando hacia delante. Tras cierto número de pasos (uno a cuatro), giran la cabeza a la derecha y la mirada durante el mismo número de pasos y vuelven la cabeza al centro con los ojos hacia delante. Se repite la actividad, pero esta vez dirigiendo la cabeza y la mirada a la izquierda. Después, se repite el ejercicio anterior, pero esta vez sin hacer ninguna pausa en la posición central.

**C15:** Los participantes caminan con movimientos verticales de cabeza, inclinando la cabeza y dirigiendo la mirada hacia el techo y hacia el suelo.

**C16:** Los participantes caminan con movimientos diagonales de cabeza: se repite el ejercicio anterior, pero esta vez los ojos y la cabeza practican un movimiento ascendente y diagonal hacia la derecha, de vuelta a la posición central y luego en diagonal descendente y hacia la izquierda. Y también en el otro sentido de la diagonal.



Imagen 11.- Calentamiento.

#### b.- Ejercicios de fuerza muscular y resistencia

Estos ejercicios se realizaron durante aproximadamente 10 minutos. Se alternaron los ejercicios a lo largo de las sesiones, de tal manera que, cada semana se incidía más en la parte superior del cuerpo o la parte inferior. Los ejercicios propuestos fueron:

**F1:** Elevaciones de hombros con mancuernas en las manos. Los participantes se sientan en una silla con la espalda erguida. Se les pide que relajen los hombros y mantengan los brazos caídos junto a los costados, mientras sostienen las mancuernas. Inspiran diafragmáticamente. Elevan los hombros al mismo tiempo que flexionan el tronco mientras se espira. A continuación, vuelven a inspirar mientras se bajan los hombros hasta la posición inicial. Se realizan dos series de 10 a 15 repeticiones.

**F2:** Extensiones de tronco y brazos. Los participantes se sitúan de pie con las rodillas ligeramente flexionadas y los pies separados a la anchura de las caderas. Inspiran. Se les pide que eleven los brazos hasta el nivel de los hombros con las palmas hacia arriba y hacia el techo mientras espiran. Llevan los brazos hacia atrás con los pulgares por delante y juntan los

omoplatos al tiempo que vuelven a inspirar. Deben mantener la posición 10 segundos mientras se respira con regularidad. Después devuelven los brazos a la posición inicial lentamente. Se repite el ejercicio de 5 a 10 veces.

**F3:** Incluciones laterales de tronco con mancuernas. Los participantes se sitúan de pie con los pies separados a la anchura de las caderas, las rodillas ligeramente flexionadas y con mancuernas en las manos a nivel de las caderas. Inspiran. Se pide que inclinen el tronco hacia un lado mientras se eleva la mancuerna por el otro lado hasta superar el nivel de la cadera. Espiran durante la inclinación. Inspiran cuando vuelven a la posición inicial. Se repite el ejercicio de 5 a 10 veces hacia cada lado.

**F4:** Press de pectorales en bipedestación. Los participantes se sitúan de pie con los pies separados a la anchura de las caderas. Se rodean la espalda a nivel de las axilas con una banda elástica asegurando que la banda quede plana contra la espalda. Aguantan los extremos de la banda, ajustan su longitud enrollando el sobrante en torno a las manos para aumentar la tensión. Inspiran. Empujan llevando los brazos directamente hacia delante mientras se juntan. Espiran durante la fase de empuje. Se hace una pausa y se vuelve lentamente a la posición inicial. Inspiran durante esta fase. Se repite el ejercicio de 5 a 10 veces.

**F5:** Apertura de los brazos en cruz. Los participantes se sitúan de pie, erguidos y con los pies separados a la anchura de las caderas, mirando hacia delante. Sujetan una banda elástica por delante. Ajustan la longitud de la banda enrollando el sobrante hasta poder abrir los brazos en cruz con tensión. Se les pide que mantengan los brazos a nivel del pecho y los codos ligeramente flexionados. Después abren los brazos horizontalmente hacia los lados del cuerpo mientras se descienden los hombros y se juntan los

omoplatos, a la vez que se inspira. Hacen una pausa y luego vuelven lentamente a la posición inicial durante la espiración. Se repite el ejercicio de 5 a 10 veces.

**F6:** Flexiones de extremidad superior en diagonal. Se ata un lazo a un extremo de la banda y se pasa por el pie izquierdo. Cogen el otro extremo de la banda con la mano derecha. Así, se sitúan sentados erguidos en una silla con ambos pies apoyados en el suelo y separados a la anchura de las caderas. Flexionan lentamente el brazo sobre el cuerpo, formando una línea diagonal desde el pie izquierdo hasta la mano derecha, que asciende mientras se flexiona y abduce el hombro; la cabeza y los ojos deben seguir el movimiento de la banda elástica para generar un poco de rotación del tronco. Inspiran durante la realización del ejercicio. Hacen una pausa y vuelven lentamente a la posición inicial mientras espiran. Se repite el ejercicio de 5 a 10 veces hacia cada lado.

**F7:** Extensiones de codo en bipedestación. Los participantes se colocan de pie con una rodilla apoyada en una silla. La otra pierna debe estar a un lado de la silla con la rodilla ligeramente flexionada. Se les pide que flexionen la cadera manteniendo el tronco recto y lo apoyen sobre el antebrazo del mismo lado que la rodilla flexionada sobre la silla. Los participantes deben aguantar la mancuerna con la otra mano a nivel de la cintura, con el hombro extendido y con el codo apuntando hacia atrás, o por encima de la altura del hombro apuntado hacia el techo. Inspiran. Extienden lentamente el codo, manteniendo la posición del hombro, manteniendo la rodilla ligeramente de ese lado ligeramente flexionada. Espiran mientras el codo se está extendiendo. Los participantes mantienen una postura estable del tronco durante la fase de extensión del movimiento, no debe balancearse ni

arquearse. Se hace una pausa, luego inspiran y flexionan lentamente el codo del brazo que aguanta la mancuerna llevándolo a la posición inicial. Se repite el ejercicio de 5 a 10 veces con cada brazo.

**F8:** Extensiones de codo con banda elástica en sedestación o bipedestación. Los participantes pasan la cinta sobre el hombro izquierdo y la mantienen a la altura del hombro con la mano derecha. Asen la cinta con la mano izquierda a la altura de la cintura. Extienden lentamente el brazo izquierdo manteniendo el codo junto al costado y la palma de la mano mirando al cuerpo. Espiran mientras se extiende el brazo justo detrás del cuerpo. Hacen una pausa y luego flexionan lentamente el brazo izquierdo por el codo hasta que la mano está justo debajo de la mano situada a la altura del hombro. Inspiran mientras el brazo vuelve a la posición inicial. Cambian la cinta de lado y se repite el ejercicio con el otro brazo. Se realizan de 5 a 10 series con cada brazo.

**F9:** Flexiones de codo con mancuerna en sedestación. Los participantes se sitúan erguidos en sedestación. El lado del cuerpo que inicia el ejercicio se sitúa cerca del borde lateral de la silla. Ponen los pies planos en el suelo y separados a la anchura de las caderas. Deben sostener la mancuerna con una mano, el brazo colgando junto al muslo y la palma mirando hacia el cuerpo. Inspiran. Levantan lentamente la mancuerna flexionando el codo y supinando el antebrazo al llevar la mano hacia el pecho mientras se eleva la mancuerna. Espiran durante la fase de levantamiento. Bajan lentamente la mancuerna hasta la posición inicial con la palma orientada de nuevo hacia dentro. Inspiran durante la fase de descenso. Completan de 5 a 10 repeticiones y se repite el ejercicio con el brazo contralateral.



**F10:** Flexiones de codo con banda elástica en bipedestación. Los participantes pasan un extremo de la banda elástica por debajo del pie derecho. Enrollan el otro extremo en torno a la mano derecha y dejan el brazo izquierdo colgando junto al costado. Desde esta posición, se les pide que inspiren y flexionen lentamente el codo hacia el hombro, supinando el antebrazo, pero sin flexionar la muñeca. Deben mantener el codo pegado al cuerpo mientras se estira la banda. Espiran durante esta fase. Hacen una pausa y luego devuelven lentamente la banda a la posición inicial. Se completan de 5 a 10 repeticiones y luego se repite con el brazo contralateral.

**F11:** Sentadillas apoyándose en la pared. Los participantes comienzan el ejercicio de pie con la espalda contra la pared y los pies a una distancia de 30 a 60 centímetros de la pared y separados a la anchura de las caderas. Se les pide que deslicen lentamente la espalda por la pared hasta adoptar una postura casi sedente. Las rodillas deben estar detrás o, como máximo, encima de los tobillos. Espiran mientras el cuerpo desciende. Mantienen la postura de 5 a 10 segundos mientras se respira con regularidad, luego vuelven lentamente a la posición inicial. Se repite el ejercicio de 5 a 10 veces.

**F12:** Sentadillas de sedestación a bipedestación. Los participantes se colocan sentados erguidos con los pies planos sobre el suelo y separados a la anchura de las caderas. Inspiran. Se levantan de la silla, elevando el cuerpo unos dos tercios. Espiran mientras se levanta el cuerpo. Mantienen la espalda recta y las rodillas un poco por delante o justo encima de los tobillos. Mantienen la postura de 3 a 5 segundos y vuelven lentamente a la posición inicial sedente. Se repite el ejercicio de 5 a 10 veces.

**F13:** Extensiones de rodilla en sedestación. Los participantes parten de una posición sedente con el tronco erguido y la mirada al frente. Inspiran.

Extienden una rodilla y elevan la pierna hasta formar un ángulo de 90º respecto al suelo. Flexionan el tobillo y apuntan los dedos del pie hacia el techo mientras se realiza el movimiento. Espiran durante la fase de levantamiento. Por último, bajan lentamente la pierna hasta la posición inicial. Se debe inspirar mientras se baja la pierna. Se completa el ejercicio de 5 a 10 veces y se repite con la otra extremidad inferior.

**F14:** Flexión y extensión de cadera en bipedestación. Los participantes se sitúan en bipedestación con los pies juntos y al lado de una silla o pared para apoyarse. Inspiran. Levantan y extienden lentamente una pierna hacia delante. La rodilla de la pierna de apoyo estará ligeramente flexionada durante todo el ejercicio. Espiran mientras se eleva la pierna. Después inspiran y bajan la pierna hasta el suelo; se sugiere una breve pausa antes de extender la pierna hacia atrás. Devuelven la pierna a la posición inicial. Inspiran mientras se baja la pierna. Se deben evitar movimientos en la cadera de la extremidad inferior apoyada para lo cual no se debe flexionar ni extender demasiado la extremidad inferior que ejecuta el movimiento. Se completan de 5 a 10 repeticiones con cada pierna.

**F15:** Abducciones de cadera en sedestación. Los participantes deben sentarse bien erguidos con los pies apoyados en el suelo y separados a la anchura de las caderas. Rodean una o dos veces los muslos de ambas extremidades con una banda elástica y sostienen con firmeza los extremos contra los muslos. Inspiran. A continuación espiran y abren los muslos a pesar de la resistencia de la banda. Inspiran y devuelven lentamente los muslos a la posición inicial. Se completan de 5 a 8 repeticiones.

**F16:** Abducciones de cadera en bipedestación. Los participantes empiezan en bipedestación con los pies juntos y se les permite un apoyo en una pared o

silla. Desplazan el peso sobre una extremidad inferior. Inspiran. Separan lentamente la otra extremidad inferior. Se debe mantener una postura erguida y espirar mientras se produce el movimiento de separación de la extremidad inferior. Después, devuelven lentamente la pierna a la posición central junto a una inspiración. Se completan de 5 a 10 repeticiones con cada pierna.

**F17:** Aducción de caderas en sedestación. Los participantes comienzan el ejercicio sentados bien erguidos con los pies planos en el suelo. Colocan una pelota entre los muslos e inspiran. Espiran y aprietan lentamente la pelota al aproximar los muslos entre sí. Alivian lentamente la presión sobre la pelota devolviendo los muslos a la posición inicial. Se practican de 5 a 8 repeticiones.

**F18:** Tijeras hacia delante en bipedestación. Se pide a los participantes que se coloquen en bipedestación con los pies separados en la vertical de los hombros, pudiendo apoyarse en una silla. Las rodillas deben estar ligeramente flexionadas. Inspiran. Retrasan un pie ligeramente respecto al otro y levantan el talón. Flexionan lentamente la rodilla retrasada hacia el suelo mientras se flexiona asimismo la rodilla adelantada. Espiran mientras se flexionan las rodillas. Hacen una pausa y vuelven lentamente a la posición inicial. Se repite el ejercicio de 5 a 10 veces con cada pierna.

**F19:** Flexión coxal en sedestación. Los participantes empiezan sentados con las rodillas separadas el ancho de los hombros. Flexionan lentamente una cadera, mientras que se les indica que intenten "llevar la rodilla hacia el pecho". Deben mantener el hemicuerpo superior erguido. Hacen una pausa, y desciende lentamente la pierna hasta volver a la posición inicial. Se completan de 5 a 10 repeticiones con cada pierna.

**F20:** Elevaciones de talones. Los participantes se sitúan en bipedestación con los pies planos sobre el suelo y separados a la anchura de las caderas, apoyándose en el respaldo de una silla o en una pared para mayor seguridad. Inspiran. Levantan lentamente los dos talones del suelo al mismo tiempo que espiran. Mantienen la postura de 5 a 10 segundos respirando con regularidad, y luego bajan los talones lentamente hasta el suelo. Se repite el ejercicio 10 veces.

**F21:** Elevaciones de los dedos de los pies. Los participantes se colocan en bipedestación con los pies planos sobre el suelo y separados a la anchura de las caderas, apoyándose en una silla o pared para mayor seguridad. Inspiran. Elevan lentamente los dedos del suelo hasta que el peso descansa sólo sobre los talones mientras realizan la espiración. Mantienen la postura de 5 a 10 segundos respirando con regularidad, y vuelven a la posición inicial. Se repite el ejercicio 10 veces.

**F22:** Extensión y flexión de los dedos del pie. Se pide a los participantes que se sienten erguidos sobre el borde anterior de una silla, manteniendo el tronco erecto. Rodean los dedos del pie derecho con un banda elástica, mantienen la rodilla izquierda flexionada y la rodilla derecha extendida. Se debe mantener la tensión de la banda, realizando flexión dorsal y flexión plantar de tobillo lentamente. Se completan de 5 a 10 repeticiones antes de practicar el ejercicio con la pierna contralateral.



Imagen 12.- Ejercicios de fuerza muscular y resistencia.

#### c.- Ejercicios individuales de control postural

La duración de esta parte de la sesión fue aproximadamente de 10 minutos, alternándose los ejercicios a lo largo del programa. Durante esta parte de la sesión, los fisioterapeutas que dirigieron la actividad pusieron especial atención en la forma de realizar los ejercicios por parte de los participantes, y corrigiendo y dando las indicaciones adecuadas cuando fue necesario.

##### **CPI1:** Mantenimiento del equilibrio en sedestación.

Se muestra la postura correcta en sedestación y luego se hace que los participantes la practiquen en silla con respaldo recto. Se deben enunciar las siguientes órdenes mientras los participantes practican:

- Siéntese bien atrás con la espalda apoyada contra el respaldo de la silla y los pies planos sobre el suelo.
- Relaje los brazos y ponga las manos sobre los muslos o el regazo.

- Mantenga la cabeza recta con los ojos centrados en un objetivo situado delante, y descienda un poco la barbilla echándola hacia atrás hasta que las orejas queden a nivel de los hombros.
- Contraiga los músculos abdominales; trate de meter el estómago.
- Enderece la espalda y eleve el pecho mientras se mueven los hombros hacia atrás y abajo contra el respaldo.
- Mantenga esta posición 15 segundos, respirando normalmente y relajando el resto del cuerpo al mismo tiempo. Relájese (no demasiado) y repita el ejercicio.
- Aproxime las nalgas al borde de la silla y repita el ejercicio sin apoyar la espalda en el respaldo.

**CPI2:** Equilibrio en bipedestación sobre el suelo.

- a) Con los pies juntos. Mantener la posición de 10 a 15 segundos o cuanto sea posible. Repetir con los ojos cerrados.
- b) Desplazar los pies hasta dejarlos alineados pero separados (talón del pie adelantado delante o al lado de la puntera del pie retrasado, en posición de paso). Mantener la posición de 10 a 15 segundos. Repetir con los ojos cerrados.
- c) Desplazar los pies hasta dejarlos en semitándem (mínimamente separados). Mantener la posición de 10 a 15 segundos. Repetir con los ojos cerrados.
- d) En bipedestación con los pies en línea (talón con puntera). Mantener la posición 10 a 15 segundos. Repetir con los ojos cerrados.

e) Adoptar monopedestación, apoyando la pierna levantada sobre el pie o contra la pierna de apoyo. Mantener la posición 10 a 15 segundos. Repetir con los ojos cerrados.

Estos ejercicios pueden ir progresando hacia actividades más complejas:

1. De pie mientras se realiza una tarea cognitiva.

- Repetir todos los ejercicios anteriores mientras se realiza una tarea cognitiva secundaria (leer en voz alta, descontar).
- Repetir los ejercicios mientras se permanece de pie sobre una superficie blanda y realizando una tarea cognitiva secundaria.

2. De pie mientras se realiza una tarea con el hemicuerpo superior.

- Repetir los ejercicios mientras el participante se estira a coger objetos situados a diferentes alturas.
- Repetir los ejercicios en una superficie firme mientras se lanzan y cogen objetos en el aire.
- Repetir los ejercicios sobre una superficie blanda mientras el participante se estira a coger objetos situados a diferentes alturas.

3. De pie mientras se realiza una tarea con el hemicuerpo inferior.

- Dibujar con el pie: Los participantes usan el pie para escribir o dibujar en el suelo.
- Mover una toallita en distintas direcciones con el pie: Alejarla, acercarla, retorcerla, alisarla y luego para al otro pie (mejor sin los zapatos).
- En bipedestación con un pie sobre una pelota: Moverla en distintas direcciones mientras se mantiene el equilibrio. Realizar el ejercicio

cerca de una silla o pared para que puedan estabilizarse. Progresar en el ejercicio usando una pelota más blanda y después un globo para que no puedan cargar tanto peso.

**CPI3:** Desplazamientos multidireccionales del peso.

1. Desplazamientos del peso en dirección anteroposterior.

- Desplazar el peso del cuerpo hacia delante hasta que se note la presión en el antepié y los talones comiencen a levantarse del suelo. Volver a la posición inicial. Repetir el ejercicio 5 veces y luego realizarlo con los ojos cerrados. Los hemicuerpos superior e inferior deben moverse en la misma dirección.
- Desplazar el peso hacia atrás con las caderas hasta que los dedos de los pies comiencen a elevarse del suelo. Volver a la posición inicial. Repetir el ejercicio 5 veces. Repetirlo con los ojos cerrados.
- Desplazar el peso en dirección antero posterior sin hacer pausa en el punto intermedio. Repetir 10 veces. Hacerlo después con los ojos cerrados.

2. Desplazamientos laterales del peso del cuerpo.

- Desplazar el peso sobre la cadera derecha hasta que el borde interno del pie derecho comience a elevarse. Volver al punto inicial. Repetir 5 veces y cambiar de lado.
- Desplazar el peso a derecha e izquierda sin hacer pausa en el punto intermedio. Mantener los hombros relajados y nivelados.

3. Desplazamientos diagonales anteriores del peso del cuerpo.



- Colocar el pie derecho de forma que el talón quede delante de los dedos del pie izquierdo.
- Desplazar el peso lentamente hacia delante sobre la cadera derecha hasta que la rodilla quede directamente encima de los dedos del pie derecho. La rodilla derecha debe flexionarse a medida que el peso se eche hacia delante.
- Aguantar hasta contar tres y volver al punto intermedio. Repetir el movimiento cinco veces.
- Invertir la posición de los pies y repetir el desplazamiento del peso hacia delante y a la izquierda.
- Repetir los desplazamientos en sentido anterior y diagonal con los ojos cerrados.

#### 4. Desplazamientos diagonales posteriores del peso del cuerpo.

- Colocar el pie izquierdo de modo que el talón esté por delante de los dedos del pie derecho.
- Desplazar el peso hacia atrás y en diagonal sobre la cadera hasta que la presión del pie se centre sobre el talón derecho. Flexionar la rodilla derecha durante la transición hacia atrás.
- Aguantar hasta contar tres y volver al punto intermedio. Repetir el movimiento 5 veces antes de cambiar la posición de los pies.
- Repetir el desplazamiento en diagonal posterior del peso hacia la izquierda.
- Repetir el ejercicio con los ojos cerrados.

#### 5. Desplazamientos diagonales anteriores y posteriores del peso del cuerpo.

- Empezar con un movimiento en diagonal anterior a la derecha y luego en diagonal posterior a la izquierda sin hacer una pausa en la posición en la posición intermedia.
- Repetir el movimiento 5 veces recolocando los pies y realizando el ejercicio por la diagonal opuesta.
- Repetir el ejercicio con los ojos cerrados.

6. Combinación de desplazamientos posteriores del peso del cuerpo.

- Colocar los pies separados a la anchura de las caderas y fijar la mirada en una diana visual al nivel de los ojos.
- Desplazar el peso en sentido posterior sobre la cadera derecha hasta que la presión aumente bajo el talón derecho. Volver a la posición intermedia.
- Desplazar el peso directamente hacia atrás sobre ambas caderas hasta que aumente la presión debajo de los talones. Volver a la posición intermedia.
- Desplazar el peso hacia atrás sobre la cadera izquierda hasta que aumente la presión debajo del talón izquierdo. Volver a la posición intermedia.
- Repetir con los ojos cerrados.

**CPI4:** Transferencias del peso con movimientos de cabeza y cuerpo.

1. Marcha estática sobre una superficie firme.

Hacer hincapié en que levanten las rodillas hacia el techo.

Realizar este ejercicio durante 30 segundos. Mantener el cuerpo erguido, la cabeza erecta y los ojos mirando hacia delante.

## 2. Marcha estática con giros de cabeza.

- Comenzar la marcha estática hasta contar ocho con la cabeza erecta y los ojos mirando hacia delante.
- Seguir la marcha y contar otra vez hasta ocho mientras se gira la cabeza un cuarto hacia la derecha.
- Volver la cabeza a la posición anterior mientras se sigue marchando y se cuenta hasta ocho.
- Seguir con la marcha, pero ahora girar la cabeza un cuarto a la izquierda.

## 3. Marcha a cuatro esquinas.

- Comenzar a marchar con la cabeza y los ojos mirando hacia delante contando hasta ocho.
- Seguir marchando pero girando la cabeza y el cuerpo un cuarto a la derecha contando hasta ocho.
- Seguir la marcha girando la cabeza y el cuerpo un cuarto, contando hasta ocho, hasta haber completado cuatro giros.

## 4. Marcha estática a cuatro esquinas: la cabeza gira primero.

- Repetir el ejercicio de marcha a cuatro esquinas, pero ahora la cabeza gira antes que el cuerpo en cada giro de un cuarto (es decir, girar la cabeza a la derecha hasta contar ocho y luego girar el cuerpo a la derecha hasta contar ocho).
- Seguir fijando la vista en cada giro en una esquina.

## **CPI5:** Desplazamientos y transferencias del peso contra la gravedad.

### 1. Subir y bajar escalones hacia delante.

- Subir y bajar el escalón hacia delante, terminando en el mismo lado del escalón que se estaba durante la posición inicial.

2. Subir y bajar escalones hacia delante, lado contrario.

- Subir y bajar el escalón hacia delante, terminando por el lado contrario al de la posición inicial.
- Volver a la posición original delante del escalón o girar 180° sin desplazarse y repetir el ejercicio. Alternar el pie que inicia el ejercicio en cada dirección.

3. Pasos hacia delante.

- Subir al escalón con la pierna dominante y practicar la fase de balanceo de la otra, entrando en contacto sólo con un pie.
- Girar sobre uno mismo y repetir el ejercicio con la pierna contralateral actuando en primer lugar.

4. Elevaciones laterales y sostenidas.

- Colocar el escalón a un lado del participante.
- Levantar el pie más próximo al escalón, apoyarlo sobre él y desplazar el peso hasta que el otro pie ya no esté en contacto con el suelo. Hacer hincapié en una postura erguida y en que los ojos miren hacia delante.
- Repetir el ejercicio con la otra pierna.

5. Subir y bajar escalones de lado.

- Subir de lado el escalón y luego bajar, terminando en el mismo lado del escalón que en la posición inicial.

## 6. Subir y bajar escalones de lado, lado contrario.

- Subir de lado el escalón y luego bajar, terminando en el lado contrario del escalón que en la posición inicial.

## **CPI6:** Estrategias ortostáticas voluntarias: maleolar, coxal y podal.

### 1. Estrategia maleolar.

- El participante permanece de pie en el suelo y se le solicita un balanceo antero-posterior entre objetos muy poco espaciados (pared o sillas). Se presta atención a si los músculos de la pantorrilla controlan el balanceo y si los hemicuerpos superior e inferior se mueven en la misma dirección. Se aproximan los objetos si se aprecia que los talones o los dedos se levantan del suelo durante el balanceo.
- Se pide a los participantes que practiquen el ejercicio anterior con los ojos cerrados para que se centren en el cambio de presión bajo los pies al balancearse el cuerpo adelante y atrás.

### 2. Estrategia coxal.

- Se pide a los participantes que practiquen el balanceo anterior y posterior aumentando la distancia y la velocidad. Se anima a los participantes a percibir el aumento de presión bajo los dedos de los pies al inclinarse hacia delante, que después aumenta bajo los talones durante el balanceo posterior.
- Los participantes se deben estirar para coger objetos situados delante de su cuerpo a una distancia que les obligue a estirarse hasta el punto de emplear espontáneamente la estrategia coxal.

### 3. Estrategia podal.

- Los participantes comienzan dando un paso hacia delante. Se les enseña a inclinarse hacia delante hasta que crean haber alcanzado sus límites de estabilidad, y luego dan todos los pasos necesarios para recuperar el equilibrio. Se les pide que practiquen el ejercicio iniciando el primer paso con el pie derecho y luego con el izquierdo.
- Se repite la actividad del paso voluntario en sentido posterior.
- Se repite la actividad del paso voluntario en sentido lateral.



Imagen 13.- Ejercicios individuales de control postural.

#### d.- Hidratación

En cada sesión se dió un descanso aproximadamente de 5 minutos para hidratarse. Cada sesión se recordaba a los participantes que debían traer una botella de agua o un zumo para hidratarse adecuadamente. Los adultos mayores son un grupo de riesgo de deshidratación. Esto se debe a que disminuye su percepción de la sed, disminuye su función renal y presentan una respuesta más lenta a la rehidratación. Esto se puede agravar durante la

realización de ejercicio físico (92). Por ello, es recomendable hidratarse durante las sesiones, para evitar problemas asociados a la deshidratación, como son las infecciones urinarias, el estreñimiento o la hipotensión (91).

#### e.- Ejercicios grupales de control postural

Después de la hidratación se continuaba la sesión con ejercicios de control postural, pero incluyendo actividades grupales para que hubiese una parte más lúdica. Se realizaron estos ejercicios durante aproximadamente 10 minutos. Los ejercicios propuestos fueron:

**CPG1:** Pasa la patata, por favor.

Esta primera variación de la actividad se practica al ritmo de cada cual para que la dificultad no sea demasiado elevada antes de tiempo. Los participantes se sientan formando un círculo. Se pasa la pelota en el sentido de las agujas del reloj hasta que el fisioterapeuta diga "cambio". Entonces, la pelota circula en sentido contrario. Una buena progresión de esta actividad consiste en animar a pasar la pelota a compañeros situados delante o en diagonal. De esta manera, practican diferentes movimientos de tronco.

**CPG2:** Patata caliente.

Es una versión un poco más difícil de la actividad anterior. El objeto de esta actividad es pasar la pelota en círculo, desde una posición de sedestación, lo más rápidamente posible. Se impone un desafío mayor para el sistema de control ortostático. También se pueden aumentar las demandas cognitivas asociadas con la actividad, pidiendo periódicamente el cambio de dirección en que se pasa la pelota. Puede sumarse una segunda pelota en el círculo para aumentar todavía más las exigencias físicas y cognitivas.

**CPG3: Voleibol con un globo.**

Es una actividad más complicada. Se incrementan las exigencias al añadir un componente temporal externo de mayor nivel. Los participantes se sientan en círculo para pasarse un globo todas las veces posibles sin que toque el suelo. Tienen que reaccionar con más rapidez porque no saben cuándo les va a llegar el globo.

**CPG4: Pies rápidos.**

Se colocan tres círculos de diferente color alrededor del participante sentado: Uno directamente delante del pie derecho, otro del izquierdo y otro en medio de los dos. El participante debe mover el pie hasta el círculo designado y de vuelta a la posición inicial lo más rápido posible. Se lleva el pie al círculo más cercano; en el caso del círculo intermedio se puede llevar cualquiera de los pies. A medida que progrese la actividad, se podrán nombrar los círculos en combinación (Ej: derecho, medio, derecho, izquierdo) para que el participante practique una secuencia lo más rápido posible.

**CPG5: Fútbol en sedestación.**

Los participantes se encuentran sentados en círculo. El objeto de la actividad es atrapar y pasar la pelota de una a otra persona del círculo. Anima a los participantes a parar la pelota con un pie y a pasarla con el otro.

**CPG6: Pasa la patata, en bipedestación.**

Los participantes permanecen de pie separados un poco menos que la longitud del brazo. Se pasan la pelota en múltiples direcciones según las órdenes del fisioterapeuta. También se puede hacer que los participantes



pronuncien en voz alta y de antemano el nombre de uno de ellos antes de pasarle la pelota.

**CPG7:** Patata caliente, en bipedestación.

El objetivo de esta actividad es pasar la pelota lo más rápido posible entre los miembros del círculo. Al pedir que la actividad se haga con mayor rapidez, aumenta la dificultad para el sistema de control ortostático. Se puede añadir una segunda pelota para aumentar más las exigencias de atención asociadas a la tarea. Se pide a los participantes que inviertan la dirección de los pases al recibir la orden verbal de "cambio".

**CPG8:** Voleibol con un globo, en bipedestación.

Los participantes permanecen de pie en círculo, igual que en las actividades anteriores. El objetivo es pasarse palmeando el globo tantas veces como sea posible sin que toque el suelo. Al igual que en la versión sedente, la atención se distrae todavía más del acto de mantener el equilibrio, el cual requiere de un control más subconsciente.

**CPG9:** Desplazamientos en el sentido de las agujas del reloj.

Mientras están de pie con los pies planos en el suelo y separados a la anchura de las caderas, los participantes tienen que inclinarse en distintas posiciones sobre un reloj imaginario. Los participantes se deben imaginar que están de pie en el centro de la esfera de un reloj justo debajo de ellos. Tendrán que desplazar el peso del cuerpo sobre las caderas hasta las posiciones de la esfera imaginaria. Los desplazamientos del peso se inician en una posición central en el reloj. Se les pide que vuelvan al centro después de cada movimiento. La actividad se complica si se exige a los participantes que pasen de una posición en el reloj a otra sin volver a la posición central.

Se aumenta la velocidad en que se adoptan las posiciones en el reloj para aumentar la dificultad.

**CPG10:** Pases en línea.

Los participantes forman una línea, uno detrás de otro y separados aproximadamente por la longitud de un brazo. Se organiza la línea de modo que la persona más baja esté al comienzo de la línea y la más alta al final. El objetivo de la actividad es pasar un objeto hacia atrás con diferentes tipos de pase comenzando por la persona situada delante. Cuando la pelota llega a la última persona de la fila, se vuelve a pasar hacia delante. La persona situada a la cabeza de la fila se desplaza hasta la cola una vez que vuelve a pasar el objeto hacia atrás. Se puede complicar la actividad cambiando la superficie por una más blanda como una colchoneta.

Posibles tipos de pase para las actividades:

- Pases laterales de derecha a izquierda: la primera persona de la línea pasa el balón girando el tronco a la derecha y pasando la pelota a nivel de la cintura a la persona colocada inmediatamente detrás. La segunda persona gira el tronco a la izquierda y pasa la pelota a la persona que tenga detrás. Se alterna el lado de los pases en el curso de vuelta de la pelota al frente.
- Pasar la pelota por encima y detrás de la cabeza: esta actividad exige un desplazamiento anterior del peso del cuerpo mientras la pelota se eleva por encima y detrás de la cabeza.
- Pasar la pelota entre las piernas: recuerda a los participantes que mantengan la cabeza nivelada y los ojos mirando hacia delante mientras se pasan la pelota.

- Combinación de pases por encima de la cabeza y entre las piernas.

Para aumentar la complejidad del ejercicio puedes añadir una tarea cognitiva secundaria como contar de tres en tres en la fila o decir en voz alta el nombre de un animal que comience por una letra que hayas elegido.

**CPG11:** Fútbol en círculo.

Los participantes se colocan de pie en círculo, separados por una distancia cómoda. El objetivo es que los participantes se pasen un balón con el pie manteniendo la pelota en el círculo. Los participantes tienen que decir antes el nombre de la persona a la que van a pasar. Los participantes se pueden apoyar en una silla mientras paran y pasan el balón.

**CPG12:** Sortear o evitar obstáculos.

- Se pide que los participantes recorran andando un circuito compuesto por 8 a 10 conos separados a distintas distancias. Empieza con los conos separados entre 1.5 y 3 metros y cada uno en un ángulo de 45º respecto al anterior. La distancia entre los conos disminuirá gradualmente para limitar el radio de giro.
- Se pide que los participantes recorran un eslálom. Se colocan los conos separados 1.5 metros en línea recta y se hace que los participantes mantengan la misma cadencia y longitud de zancada.
- Se plantan pequeñas barreras, como escalones bajos (de 5 cm de altura), separadas aproximadamente de 0.9 a 1.5 metros. Se hace que los participantes recorran el circuito pisando todos los objetos. El objetivo es recorrer el circuito usando una marcha continua. Se anima a los participantes a anticiparse a los obstáculos y a mantener la misma velocidad durante todo el recorrido.

- Para aumentar la complejidad de la tarea se les puede pedir a los participantes que lleven algo en las manos durante el trayecto, o que realicen una tarea cognitiva como contar de tres en tres.

**CPG13: Andar de memoria.**

Se plantea a los participantes una serie de actividades (no más de 3 o 4 en las primeras clases) que se asocian con un número (como por ejemplo, gira 180º y sigue caminando cuando se pronuncie el número 1). Se hace que los participantes comiencen a caminar alrededor de la habitación, pronunciando el número en voz alta y prestando atención a si realizan la actividad correcta asociada con ese número. Se puede aumentar el número de actividades que deben recordar a medida que avancen las clases sin superar las 7 actividades.

**CPG14: La casa de postas.**

Se divide la clase en dos equipos, con la mitad de las personas de cada equipo de pie en lados opuestos de la habitación. La primera persona de la fila se pone un objeto sobre la cabeza y cruza la habitación cuando el fisioterapeuta diga 'vamos'. El objetivo es recorrer la habitación sin que se caiga el objeto. Se pasa dicho objeto al siguiente participante del equipo, quien camina hasta el otro extremo de la habitación. Si se cae tiene que recogerlo y proseguir.

**CPG15: Relevos de camareros.**

Se divide la clase en dos equipos, con la mitad de las personas de cada equipo de pie a ambos lados de la habitación. Se entrega una bandeja con varios objetos al primer miembro de las filas de ambos equipos. A la señal de vamos, la persona que sostiene la bandeja (con ambas manos) recorrerá la

habitación sin derramar ningún contenido de la bandeja. Pasará la bandeja a la siguiente persona de la fila y, esta volverá recorriendo la habitación portando la bandeja. Se les puede animar a llevarla con una sola mano y junto a la cabeza como hacen los camareros.



Imagen 14.- Ejercicios grupales de control postural.

#### f.- Estiramientos y ejercicios de ventilación

Finalizada la actividad anterior, se realizaron ejercicios de estiramiento de los diferentes grupos musculares, así como ejercicios de movilidad acompañados de los movimientos respiratorios para la vuelta al reposo y descenso de pulsaciones (141), tal y como recomiendan diferentes entidades (142–144). Esta parte de la sesión duraba aproximadamente 10 minutos.



Imagen 15.- Estiramientos.

#### g.- Precauciones y ejercicios a evitar

Se deberá evitar aquellos ejercicios que mantengan la cabeza por debajo del nivel de la cintura, los que supongan una hiperflexión, hiperextensión o hiperrotación de columna u otras articulaciones (145).

Los ejercicios deben realizarse con seguridad y comodidad. Debe evitarse cualquier ejercicio que produzca malestar o dolor sobre los participantes (146).

Todos los ejercicios deben realizarse con seguridad, si requieren apoyos deben ser estables y los fisioterapeutas deben asegurarse de que ningún participante se encuentre en peligro de caída (140).

#### 4.3.2.2.- PLANIFICACIÓN DE LAS SESIONES

Además de la planificación de la sesión tipo, se diseñaron las 24 sesiones intentando realizar de manera equitativa todos los ejercicios propuestos. En la parte de calentamiento se realizaron todos los ejercicios propuestos cada sesión. Durante la fase de entrenamiento de la fuerza muscular se realizaron ejercicios de miembros superiores e inferiores, alternando una sesión que incidía más sobre el hemicuerpo superior con una sesión dedicada al hemicuerpo inferior. Con respecto al control postural, se fueron alternando ejercicios en cada sesión intentando trabajar todos ellos en la misma medida.

A continuación se detalla la planificación completa de las sesiones en la tabla 8:

SESIÓN	CALENTAMIENTO	EJERCICIOS DE FUERZA MUSCULAR	EJERCICIOS INDIVIDUALES DE CONTROL POSTURAL	HIDRATACIÓN	EJERCICIOS GRUPALES DE CONTROL POSTURAL	ESTIRAMIENTOS
1	PRESENTACIÓN DEL PROGRAMA Y EXPLICACIÓN CON PRÁCTICA DEL CUADERNO DE EJERCICIOS					
2	COMPLETO	F1, F2, F3, F7, F9	CPI1	5 MINUTOS	CPG1, CPG2, CPG3	5 MINUTOS
3	COMPLETO	F22, F19, F17, F15, F13, F12	CPI2	5 MINUTOS	CPG6, CPG7, CPG8	5 MINUTOS
4	COMPLETO	F1, F2, F3, F7, F9	CPI6	5 MINUTOS	CPG13, CPG6, CPG7, CPG8, CPG11	5 MINUTOS
5	COMPLETO	F22, F19, F17, F15, F13, F12	CPI5	5 MINUTOS	CPG12, CPG14	5 MINUTOS
6	COMPLETO	F4, F5, F6, F8, F10	CPI1	5 MINUTOS	CPG3, CPG4, CPG5	5 MINUTOS
7	COMPLETO	F20, F21, F18, F16, F14, F11	CPI6	5 MINUTOS	CPG9, CPG10, CPG15	5 MINUTOS
8	COMPLETO	F1, F2, F3, F7, F9	CPI4	5 MINUTOS	CPG13, CPG6, CPG7, CPG8, CPG11	5 MINUTOS
9	COMPLETO	F22, F19, F17, F15, F13, F12	CPI3	5 MINUTOS	CPG12, CPG14	5 MINUTOS
10	COMPLETO	F4, F5, F6, F8, F10	CPI2	5 MINUTOS	CPG3, CPG4, CPG5	5 MINUTOS
11	COMPLETO	F20, F21, F18, F16, F14, F11	CPI1	5 MINUTOS	CPG9, CPG10, CPG15	5 MINUTOS
12	COMPLETO	F1, F2, F3, F7, F9	CPI5	5 MINUTOS	CPG13, CPG6, CPG7, CPG8, CPG11	5 MINUTOS
13	COMPLETO	F22, F19, F17, F15, F13, F12	CPI6	5 MINUTOS	CPG12, CPG14	5 MINUTOS
14	COMPLETO	F4, F5, F6, F8, F10	CPI4	5 MINUTOS	CPG3, CPG4, CPG5	5 MINUTOS

15	COMPLETO	F20, F21, F18, F16, F14, F11	CPI3	5 MINUTOS	CPG9, CPG10, CPG15	5 MINUTOS
16	COMPLETO	F1, F2, F3, F7, F9	CPI2	5 MINUTOS	CPG13, CPG6, CPG7, CPG8, CPG11	5 MINUTOS
17	COMPLETO	F22, F19, F17, F15, F13, F12	CPI5	5 MINUTOS	CPG12, CPG14	5 MINUTOS
18	COMPLETO	F4, F5, F6, F8, F10	CPI1	5 MINUTOS	CPG3, CPG4, CPG5	5 MINUTOS
19	COMPLETO	F20, F21, F18, F16, F14, F11	CPI6	5 MINUTOS	CPG9, CPG10, CPG15	5 MINUTOS
20	COMPLETO	F1, F2, F3, F7, F9	CPI4	5 MINUTOS	CPG13, CPG6, CPG7, CPG8, CPG11	5 MINUTOS
21	COMPLETO	F22, F19, F17, F15, F13, F12	CPI3	5 MINUTOS	CPG12, CPG14	5 MINUTOS
22	COMPLETO	F4, F5, F6, F8, F10	CPI2	5 MINUTOS	CPG3, CPG4, CPG5	5 MINUTOS
23	COMPLETO	F20, F21, F18, F16, F14, F11	CPI5	5 MINUTOS	CPG9, CPG10, CPG15	5 MINUTOS
24	COMPLETO	F1, F2, F3, F7, F9	CPI6	5 MINUTOS	CPG13, CPG6, CPG7, CPG8, CPG11	5 MINUTOS

Tabla 8.- Planificación de las sesiones.

#### 4.4.- EVALUACIONES

La primera evaluación del estudio, para el grupo de intervención, se desarrolló durante el período comprendido entre el 3 y el 11 de noviembre de 2016, y la evaluación final correspondió con las fechas entre el 30 de mayo y el 9 de junio de 2017. El grupo control realizó su evaluación inicial en diciembre de 2016, y la final en julio de 2017. Se realizaron dos evaluaciones en total, donde se pasaron las mismas pruebas funcionales.

Durante la evaluación inicial, los participantes leyeron y firmaron un Consentimiento Informado en primer lugar. Se resolvieron las dudas generadas y se explicó cualquier aspecto que no hubiera quedado lo suficientemente claro.

A continuación, se les asignó un código de identificación. La historia clínica y las pruebas funcionales se recogieron en una Ficha de Evaluación. En



dicha ficha se reflejan los siguientes datos: datos de filiación (fecha de nacimiento, teléfono de contacto), fecha de revisión, nivel de actividad física (recogido en número de horas semanales de actividad física), observaciones (se recogieron datos de interés, como antecedentes médicos importantes. Se hizo hincapié en aquellos antecedentes que pudieran estar involucrados en una alteración del equilibrio, como trastornos que afecten al oído, al aparato vestibular, vértigos, etc.), número de caídas durante el último año, mediciones antropométricas [talla, peso, índice de masa corporal (IMC)], las pruebas 30 Second Chair Stand Test, Four-Stage Balance Test, Escala de Tinetti, Escala de Equilibrio Avanzada de Fullerton, Test Timed Up&Go y Test de Estancia Unipodal. (Imagen 16).

EVALUACIÓN EQUILIBRIO																																											
Nombre y Apellidos:	Código:																																										
Fecha de nacimiento:	Grupo:																																										
	Teléfono:																																										
	Edad:																																										
Fecha de revisiones																																											
Nivel de actividad física (nº horas/semana)																																											
OBSERVACIONES																																											
NÚMERO DE CAÍDAS																																											
TALLA																																											
PESO																																											
IMPEDANCIA	% grasa																																										
	Peso grasa																																										
CIRCUNMETRÍA ABDOMINAL	C. A. -1																																										
	C. A. -2																																										
	C. A. -3																																										
30 SECOND CHAIR STAND TEST (nº veces que se levanta)																																											
FOUR-STAGE BALANCE TEST (en segundos)	PIES JUNTOS																																										
	SEMI-TÁNDEM																																										
	TÁNDEM																																										
	MONOPODAL																																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">TINETTI</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="7">MARCHA</td> <td>1. Inicio marcha</td> </tr> <tr> <td>2.a.1: Izquierdo sobrepasa</td> </tr> <tr> <td>2.a.2: Izquierdo levanta</td> </tr> <tr> <td>2.b.1: Derecho sobrepasa</td> </tr> <tr> <td>2.b.2: Derecho levanta</td> </tr> <tr> <td>3. Simetría pasos</td> </tr> <tr> <td>4. Fluides</td> </tr> <tr> <td rowspan="7">EQUILIBRIO</td> <td>5. Trayectoria</td> </tr> <tr> <td>6. Tronco</td> </tr> <tr> <td>7. Talones</td> </tr> <tr> <td colspan="2">PUNTUACIÓN MARCHA</td> </tr> <tr> <td>1. Sedestación</td> </tr> <tr> <td>2. Levantarse</td> </tr> <tr> <td>3. Intentos</td> </tr> <tr> <td rowspan="7">FULLERTON</td> <td>4. Equilibrio inmediato</td> </tr> <tr> <td>5. Sigdestación</td> </tr> <tr> <td>6. Empujón</td> </tr> <tr> <td>7. Ojos cerrados</td> </tr> <tr> <td>8.a: Giro: Pasos</td> </tr> <tr> <td>8.b: Giro: Estabilidad</td> </tr> <tr> <td>9. Sentarse</td> </tr> <tr> <td colspan="2">PUNTUACIÓN EQUILIBRIO</td> </tr> <tr> <td colspan="2">PUNTUACIÓN TOTAL</td> </tr> <tr> <td colspan="2"> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">TIMED UP &amp; GO (en segundos)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">APOYO MONOPODAL (en segundos)</td> <td>TIEMPO 1</td> </tr> <tr> <td>TIEMPO 2</td> </tr> <tr> <td>TIEMPO 3</td> </tr> <tr> <td colspan="2">CAMINAR HABLANDO (SI O NO)</td> </tr> </tbody> </table> </td> </tr> </tbody> </table>			TINETTI		MARCHA	1. Inicio marcha	2.a.1: Izquierdo sobrepasa	2.a.2: Izquierdo levanta	2.b.1: Derecho sobrepasa	2.b.2: Derecho levanta	3. Simetría pasos	4. Fluides	EQUILIBRIO	5. Trayectoria	6. Tronco	7. Talones	PUNTUACIÓN MARCHA		1. Sedestación	2. Levantarse	3. Intentos	FULLERTON	4. Equilibrio inmediato	5. Sigdestación	6. Empujón	7. Ojos cerrados	8.a: Giro: Pasos	8.b: Giro: Estabilidad	9. Sentarse	PUNTUACIÓN EQUILIBRIO		PUNTUACIÓN TOTAL		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">TIMED UP &amp; GO (en segundos)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">APOYO MONOPODAL (en segundos)</td> <td>TIEMPO 1</td> </tr> <tr> <td>TIEMPO 2</td> </tr> <tr> <td>TIEMPO 3</td> </tr> <tr> <td colspan="2">CAMINAR HABLANDO (SI O NO)</td> </tr> </tbody> </table>		TIMED UP & GO (en segundos)		APOYO MONOPODAL (en segundos)	TIEMPO 1	TIEMPO 2	TIEMPO 3	CAMINAR HABLANDO (SI O NO)	
TINETTI																																											
MARCHA	1. Inicio marcha																																										
	2.a.1: Izquierdo sobrepasa																																										
	2.a.2: Izquierdo levanta																																										
	2.b.1: Derecho sobrepasa																																										
	2.b.2: Derecho levanta																																										
	3. Simetría pasos																																										
	4. Fluides																																										
EQUILIBRIO	5. Trayectoria																																										
	6. Tronco																																										
	7. Talones																																										
	PUNTUACIÓN MARCHA																																										
	1. Sedestación																																										
	2. Levantarse																																										
	3. Intentos																																										
FULLERTON	4. Equilibrio inmediato																																										
	5. Sigdestación																																										
	6. Empujón																																										
	7. Ojos cerrados																																										
	8.a: Giro: Pasos																																										
	8.b: Giro: Estabilidad																																										
	9. Sentarse																																										
PUNTUACIÓN EQUILIBRIO																																											
PUNTUACIÓN TOTAL																																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">TIMED UP &amp; GO (en segundos)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">APOYO MONOPODAL (en segundos)</td> <td>TIEMPO 1</td> </tr> <tr> <td>TIEMPO 2</td> </tr> <tr> <td>TIEMPO 3</td> </tr> <tr> <td colspan="2">CAMINAR HABLANDO (SI O NO)</td> </tr> </tbody> </table>		TIMED UP & GO (en segundos)		APOYO MONOPODAL (en segundos)	TIEMPO 1	TIEMPO 2	TIEMPO 3	CAMINAR HABLANDO (SI O NO)																																			
TIMED UP & GO (en segundos)																																											
APOYO MONOPODAL (en segundos)	TIEMPO 1																																										
	TIEMPO 2																																										
	TIEMPO 3																																										
CAMINAR HABLANDO (SI O NO)																																											

Imagen 16.- Ficha de evaluación.

#### **4.4.1.- ESTUDIO DEL NIVEL DE ACTIVIDAD FÍSICA**

El nivel de actividad física de los participantes fue recogido mediante una entrevista en la que se preguntaba acerca de la actividad física realizada durante el último año. En la entrevista se preguntó sobre horas semanales dedicadas a la realización de cualquier tipo de actividad física. Para evitar posibles errores, se preguntó por cada una de las actividades que se realizan con más frecuencia en el municipio de Salamanca. Dichas actividades fueron: revitalización geriátrica, gimnasia fuerte, gimnasia suave, yoga, baile, natación, Tai Chi y psicomotricidad. Además de esto, se les preguntó acerca del número de horas semanales que dedicaban a caminar. Con respecto a esto, se incidió en diferenciar las horas que dedicaban a 'caminar o pasear' de las horas que invertían en 'desplazamientos'.

Se recogió toda la información aportada por el participante y después se analizó. Se sumaron las horas totales dedicadas a la actividad física y se estableció si el participante era activo o sedentario, atendiendo a los criterios establecidos por la OMS (113).

De este modo, cada participante fue incluido en uno de los grupos del estudio, es decir, independientemente del grupo de actividad al que perteneciesen, fueron asignados al grupo de intervención de activos (GIA) o al grupo de intervención de sedentarios (GIS).

En el caso del grupo control (GC), se determinó si el participante podía o no participar del estudio. Los participantes que no obtuvieron una plaza tras el sorteo inicial, se incluyeron inicialmente en el GC. Tras realizar la evaluación inicial se determinó el nivel de actividad física que desempeñaba cada participante. Si los participantes cumplían con los niveles de actividad física

requeridos por la OMS para considerarse activos, quedaron excluidos del estudio, de tal modo, que el GC quedó constituido solamente por personas sedentarias.

#### **4.4.2.- MEDICIONES ANTROPOMÉTRICAS**

Las mediciones antropométricas que se efectuaron durante las evaluaciones de nuestro estudio fueron la altura, el peso, el índice de masa corporal y la circunmetría abdominal.

##### **4.4.2.1.- PROCEDIMIENTO DE MEDIDA DEL PESO**

El aparato utilizado fue una báscula digital portátil modelo: PPW3300/01, del fabricante Bosch – Germany.

Para llevar a cabo la medición, los participantes se situaron sobre la báscula, en posición bípeda vertical y mirada al frente, descalzos y con ropa ligera. El peso se registró en kilogramos (kg).

Esta báscula permite una medida fácil, precisa y rápida, evitando los errores inherentes al explorador. Al ser portátil es ligera y de sencillo transporte. Es segura para la estabilidad de los mayores mientras suben y bajan para pesarse, pues posee una superficie estable y amplia, además de elevarse tan solo 20mm del suelo. Ha sido empleada en otros estudios para el llevar a cabo el mismo fin (147).

#### **4.4.2.2.- PROCEDIMIENTO DE MEDIDA DE LA ALTURA**

Se empleó un tallímetro mecánico modelo: estadiómetro de columna portátil SECA 213, del fabricante SECA GMHB & Co. – Germany. El alcance de medición es desde los 20 a los 210cm, con división de 1mm. Cumple con la normativa europea relativa a productos sanitarios, clase I con función de medida, 93/42/CEE.

La talla se midió con el sujeto descalzo, en posición bípeda erguida, con los pies ligeramente separados, espalda tocando el tallímetro, con mirada al frente en plano paralelo al suelo.

Se llevó a cabo el mismo procedimiento empleado en otros estudios con anterioridad (147).

#### **4.4.2.3.- ESTUDIO DEL ÍNDICE DE MASA CORPORAL**

El índice de masa corporal es un método fiable para saber si una persona padece o no sobrepeso y su grado de severidad. Se calcula a partir del peso en kg y la talla expresada en metros siguiendo la siguiente fórmula:

$$\text{IMC} = \text{kg/m}^2$$

La OMS clasifica el IMC del siguiente modo: delgadez cuando el valor es menor de 18.5 kg/m<sup>2</sup>, normal cuando los valores oscilan entre 18.50 y 24.99 kg/m<sup>2</sup>; sobrepeso entre 25.00 y 29.99 kg/m<sup>2</sup>; y obesidad si el valor iguala o supera los 30.00 kg/m<sup>2</sup>. La delgadez y la obesidad se subdividen a su vez en tres categorías.

Los valores de IMC son independientes de la edad y del sexo, aunque a veces el valor no se corresponde con el grado de gordura en algunas poblaciones, debido en parte, a las diferentes proporciones corporales (148).

Por eso, se ha descrito una nueva clasificación, con más puntos de corte, para que resulte más sencillo clasificar a los individuos atendiendo a su peso y proporción corporal. (Tabla 9).

#### **4.4.3.- ESCALA DE TINETTI**

Para la valoración de la marcha y el equilibrio en adultos mayores, uno de los tests más utilizados internacionalmente es la “Escala de Tinetti”. Fue diseñada por la Dra. Mary Tinetti en 1986. Es un test de fácil aplicación que proporciona información a partir de dos pruebas, una sobre el equilibrio estático y dinámico y otra sobre la marcha (149). Se utiliza como predictor de caídas en adultos mayores, tanto institucionalizadas (150,151) como no institucionalizadas (29,152). Ha demostrado su validez midiendo el riesgo de caídas en adultos mayores y otros tipos de poblaciones (153–155).

El test, como hemos indicado, tiene dos partes, el Test de Equilibrio (9 ítems) y el Test de Marcha (7 ítems). La puntuación máxima que se puede obtener en su totalidad es de 28 puntos (16 en el Test de Equilibrio y 12 en el Test de Marcha).

En el estudio de Köpke y col. (156) se vio que existen muchos artículos que utilizan como herramienta de valoración del riesgo de caídas la Escala de Tinetti. Sin embargo, no todos utilizan la misma terminología ni la misma puntuación de corte.

La puntuación de corte más empleada considera un alto riesgo de caídas con una puntuación inferior a 19, riesgo moderado de caídas cuando la

puntuación se encuentra entre 19 y 24 puntos, y por encima de los 24 puntos se considera bajo riesgo de caídas (154).

IMC (kg/m <sup>2</sup> )		
CLASIFICACIÓN	PRINCIPALES PUNTOS DE CORTE	PUNTOS DE CORTE ADICIONALES
BAJO PESO	<18.50	<18.50
Delgadez severa	<16.00	<16.00
Delgadez moderada	16.00 - 16.99	16.00 - 16.99
Delgadez leve	17.00 - 18.49	17.00 - 18.49
RANGO NORMAL	18.50 - 24.99	18.50 - 22.99
		23.00 - 24.99
SOBREPESO	≥25.00	≥25.00
Sobrepeso	25.00 - 29.99	25.00 - 27.49
Pre-obesidad		27.50 - 29.99
OBESIDAD	≥30.00	≥30.00
Obesidad tipo I	30.00 - 34.99	30.00 - 32.49
		32.50 - 34.99
Obesidad tipo II	35.00 - 39.99	35.00 - 37.49
		37.50 - 39.99
Obesidad tipo III	≥40.00	≥40.00

Tabla 9.- Clasificación del IMC según la OMS (148).

#### 4.4.3.1.- PROCEDIMIENTO PARA MEDIR LA ESCALA DE TINETTI

Para la evaluación del equilibrio el paciente comienza sentado en una silla dura sin apoyabrazos y se le piden determinadas acciones.

Para la evaluación de la marcha el paciente permanece de pie con el examinador, camina por el pasillo o por la habitación (unos 8 metros) a “paso normal” luego regresa a “paso ligero pero seguro” (149).

La prueba completa se describe a continuación. (Tabla 10).

TEST DE TINETTI			
VALORACIÓN DEL EQUILIBRIO: EL PARTICIPANTE COMIENZA SENTADO EN UNA SILLA SIN REPOSA-BRAZOS			
ITEM	VALOR DE REFERENCIA	INICIAL	FINAL
POSICIÓN DE SEDESTACIÓN			
Se inclina o se desliza en la silla	0		
Firme y seguro	1		
LEVANTARSE			
Incapaz sin ayuda	0		
Capaz utilizando los brazos	1		
Capaz sin utilizar los brazos	2		
INTENTOS DE LEVANTARSE			
Incapaz sin ayuda	0		
Capaz con más de un intento	1		
Capaz con un solo intento	2		
EQUILIBRIO INMEDIATO			
Inestable (vacila, se balancea)	0		
Estable con bastón, andador o se agarra	1		
Estable sin soporte	2		
EQUILIBRIO EN BIPEDESTACIÓN			
Inestable	0		
Estable con bastón, andador o abre los pies	1		

Estable sin soporte y talones juntos	2		
EMPUJÓN			
Tiende a caerse	0		
Se tambalea o se agarra	1		
Firme	2		
OJOS CERRADOS			
Inestable	0		
Estable	1		
GIRO DE 360º			
Pasos discontinuos	0		
Pasos continuos	1		
Inestable	0		
Estable (con o sin andador)	1		
SENTARSE			
Inseguro, mide mal la distancia	0		
Usa los brazos	1		
Seguro	2		
TOTAL	16		
VALORACIÓN DE LA MARCHA: SUJETO CAMINANDO A SU PASO Y CON LA AYUDA HABITUAL			
ITEM	VALOR DE REFERENCIA	INICIAL	FINAL
INICIO DE LA MARCHA			
Duda / Vacila o múltiples intentos para iniciar	0		
No vacilante	1		



<b>LONGITUD Y ALTURA DE PASO</b>			
<b>Izquierdo</b>			
No sobrepasa el pie derecho	0		
Sobrepasa el pie derecho	1		
No lo levanta por completo	0		
Lo levanta por completo	1		
<b>Derecho</b>			
No sobrepasa el pie izquierdo	0		
Sobrepasa el pie izquierdo	1		
No lo levanta completamente	0		
Lo levanta completamente	1		
<b>SIMETRÍA DEL PASO</b>			
Asimétrico	0		
Simétrico	1		
<b>CONTINUIDAD DE PASOS</b>			
Discontinuos	0		
Continuos	1		
<b>TRAYECTORIA</b>			
Desviación Marcada	0		
Desviación moderada o usa ayuda	1		
Línea recta sin ayuda	2		
<b>TRONCO</b>			
Marcado balanceo o usa ayuda	0		
Sin balanceo, pero con flexión de tronco o rodillas	1		
Sin balanceo, flexión o ayuda	2		

POSICIÓN AL CAMINAR			
Talones separados	0		
Talones casi en contacto	1		
<b>TOTAL</b>	<b>12</b>		
<b>PUNTUACIÓN TOTAL</b>	<b>28</b>		

Tabla 10.- Escala de Tinetti.

#### 4.4.4.- TEST TIMED UP&GO CRONOMETRADO

El test Timed Up&Go cronometrado (TUG) consiste en cronometrar el tiempo que tarda una persona en levantarse sin ayuda de una silla (sentado con flexión de caderas y rodillas de 90º y ambos pies apoyados), caminar 6 metros (3 metros de ida y 3 metros de vuelta) y sentarse de nuevo (149). Se contabiliza el tiempo desde que se da la orden de levantarse hasta que la persona está sentada de nuevo correctamente. Esta prueba fue validada por Podsiadlo y Richardson en 1991, modificando el Test Get Up & Go, descrito por Mathias en 1986, y añadiendo un control del tiempo a la prueba. Algunos estudios sugieren que el TUG no es lo suficientemente específico ni sensible para revelar el riesgo de caídas (157), aunque otros estudios demuestran alta especificidad y sensibilidad cuando se trata de adultos sanos e independientes (158,159). No existe consenso a la hora de determinar el punto de corte para determinar un alto riesgo de caídas (160). Los primeros estudios sugerían que un tiempo superior a 20 segundos suponía un alto riesgo de caídas (161). Sin embargo, estos estudios se realizaron en población frágil. Los estudios realizados con población no institucionalizada sugieren que el tiempo máximo para realizar la prueba sin estar bajo riesgo

de caídas, se encontraría entre 10 y 15 segundos (158,162,163,87,68,164). El valor más aproximado, teniendo en cuenta las similitudes con la muestra de nuestro estudio, parecen ser los 10 segundos, por encima de los cuales, las personas tendrían un elevado riesgo de caídas.

#### **4.4.5.- TEST DE ESTANCIA UNIPODAL**

El test de Estancia Unipodal (OLS), es una prueba para valorar la capacidad de mantener el equilibrio estático en el tiempo. También se conoce como One-Leg Stance Test y fue validado por Vellas y col. (24) como predictor de caídas en el año 1997.

El test consiste en mantener la posición sobre un solo pie, tanto tiempo como sea posible. Se mantiene la mirada fija al frente, las extremidades superiores relajadas a lo largo del cuerpo y la extremidad inferior en descarga sin apoyarse en ninguna parte.

Se establece como tiempo máximo 30 segundos. El tiempo empieza a contar en el momento que despega el pie del suelo y finaliza cuando pierde el equilibrio y lo apoya, se sujeta sobre el otro miembro inferior o mueve el pie de apoyo. Se realiza el test con cada uno de los miembros inferiores y con los ojos abiertos. Se realizan tres intentos con cada pie. Se registran los tres intentos y se selecciona el mejor (149,165).

Este test se utiliza como predictor de caídas, estableciendo el límite para un elevado riesgo de caídas en 12.7 segundos (68). Si la persona es capaz de mantener los 30 segundos sobre un pie el riesgo de caídas se considera bajo

(166,167). Sin embargo, un tiempo inferior a 5 segundos se considera predictor de caídas graves (24).

#### **4.4.6.- ESCALA DE EQUILIBRIO AVANZADO DE FULLERTON**

La escala de Equilibrio Avanzado de Fullerton (FAB) es una prueba relativamente nueva creada para medir cambios sutiles en el equilibrio de adultos mayores funcionalmente independientes (168). Hernández y Rose la validaron en 2008. Fue diseñada para medir cambios ligeros en el equilibrio, en los que se implica a diferentes sistemas (sensorial, musculoesquelético, neuromuscular). Evalúa además el control postural tanto en estática como en dinámica (169). Estos cambios no son detectados por otras escalas de equilibrio, como la Escala de Equilibrio de Berg, cuando los mayores son altamente funcionales y su puntuación de partida es muy alta (170,171). Es apropiada para adultos mayores que viven solos y que es probable que se inscriban en programas sociales para mejorar el equilibrio y la movilidad. La FAB se compone de 10 ítems que se valoran en una escala ordinal del 0 a 4 puntos. La puntuación máxima posible son 40 puntos.

La escala contiene una combinación de actividades de equilibrio estáticas y dinámicas en distintos entornos sensoriales. Sirve para identificar personas con alto riesgo de sufrir caídas; una persona que obtenga 25 puntos o menos en la escala se considera de alto riesgo de caída (31). Se diferencia de otras escalas en que, también incluye ítems que identifican a los adultos mayores que tal vez experimenten un mayor riesgo de caídas como resultado del deterioro del sistema sensorial (21).

La prueba completa se describe a continuación.

#### **4.4.6.1.- PROCEDIMIENTO PARA MEDIR LA FAB**

##### 1. De pie con los pies juntos y los ojos cerrados.

Instrucciones: Junte los pies, cruce los brazos sobre el pecho, cierre los ojos cuando esté listo y mantenga el cuerpo lo más quieto posible hasta que le diga que abra los ojos.

##### Puntuación:

- ☐ 0: Incapaz de adoptar la posición correcta sin ayuda.
- ☐ 1: Capaz de adoptar la posición correcta sin ayuda, pero incapaz de mantenerla o mantener los ojos cerrados más de 10 segundos.
- ☐ 2: Capaz de mantener la posición correcta con los ojos cerrados más de 10 segundos pero menos de 30 segundos.
- ☐ 3: Capaz de mantener la posición correcta con los ojos cerrados durante 30 segundos pero con estrecha vigilancia.
- ☐ 4: Capaz de mantener la posición correcta con los ojos cerrados y con seguridad durante 30 segundos.

##### 2. Estirarse hacia delante con el brazo extendido para coger un objeto a la altura del hombro.

Instrucciones: Estírese hacia delante, coja el lápiz que tengo en la mano y vuelva a la posición inicial sin mover los pies. Pasados 2 o 3 segundos:

Puede mover los pies para coger el lápiz.

El examinador se sitúa a 30 cm del participante.

##### Puntuación:

- ☐ 0: Incapaz de coger el lápiz sin dar más de dos pasos.
- ☐ 1: Capaz de coger el lápiz pero dando dos pasos.
- ☐ 2: Capaz de coger el lápiz pero dando un paso.
- ☐ 3: Capaz de coger el lápiz sin mover los pies pero con supervisión.
- ☐ 4: Capaz de coger el lápiz con seguridad e independencia y sin mover los pies.

### 3. Vuelta de 360º a la derecha y a la izquierda.

Instrucciones: De la vuelta completa, descansa y luego de otra vuelta completa en dirección opuesta.

#### Puntuación:

- ☐ 0: Necesita ayuda manual mientras gira.
- ☐ 1: Necesita estrecha supervisión o claves verbales mientras gira.
- ☐ 2: Capaz de girar 360º pero da más de cuatro pasos en ambas direcciones.
- ☐ 3: Capaz de girar 360º pero incapaz de completar la vuelta en cuatro pasos o menos en una dirección.
- ☐ 4: Capaz de girar 360º con seguridad dando cuatro pasos o menos en ambas direcciones.

### 4. Paso sobre y por encima de un escalón de 15.2 cm.

Instrucciones: Suba el pie derecho en el escalón, suba la pierna izquierda por encima del escalón y apoye el pie en el otro lado. Repita el movimiento en dirección opuesta iniciando la acción con la pierna izquierda.

#### Puntuación:

- ☐ 0: Incapaz de pisar el escalón sin perder el equilibrio o necesitar ayuda manual.

- 1: Capaz de pisar el escalón con la pierna dominante, pero con la pierna retrasada toca el escalón o lo rodea durante la fase de balanceo en ambas direcciones.
- 2: Capaz de pisar el escalón con la pierna dominante, pero la pierna retrasada toca el escalón o lo rodea durante la fase de balanceo en una dirección.
- 3: Capaz de completar correctamente el paso sobre y por encima del escalón en ambas direcciones , pero con estrecha supervisión en una o ambas direcciones.
- 4: Capaz de completar correctamente el paso sobre y por encima del escalón en ambas direcciones con seguridad y sin ayuda.

#### 5. Caminar con los pies en tándem.

Instrucciones: Camine sobre la banda, con un pie delante del otro en línea recta de modo que los dedos de un pie toquen el talón del siguiente. Ya le diré cuándo parar.

#### Puntuación:

- 0: Incapaz de dar 10 pasos sin ayuda.
- 1: Capaz de dar 10 pasos con más de cinco interrupciones.
- 2: Capaz de dar 10 pasos con cinco o menos interrupciones.
- 3: Capaz de dar 10 pasos con dos o menos interrupciones.
- 4: Capaz de dar 10 pasos sin ayuda y sin interrupciones.

#### 6. Monopedestación.

Instrucciones: Cruce los brazos sobre el pecho, levante la pierna preferida del suelo (sin que toque la otra) y manténgase en pie con los ojos abiertos

todo el tiempo posible.

Puntuación:

- ☐ 0: incapaz de intentarlo o requiere ayuda para no caerse.
- ☐ 1: Capaz de levantar la pierna sin ayuda y mantener la posición más de 5 segundos.
- ☐ 2: Capaz de levantar la pierna sin ayuda y mantener la posición más de 5 pero menos de 12 segundos.
- ☐ 3: Capaz de levantar la pierna sin ayuda y mantener la posición 12 segundos o más pero menos de 20 segundos.
- ☐ 4: Capaz de levantar la pierna sin ayuda y mantener la posición 20 segundos.

7. Bipedestación sobre gomaespuma con los ojos cerrados.

Instrucciones: Suba a la almohadilla y permanezca de pie con una distancia equivalente a la anchura de los hombros entre uno y otro pie. Cruce los brazos sobre el pecho y cierre los ojos cuando esté listo. Le diré cuándo tiene que abrir los ojos.

Puntuación:

- ☐ 0: Incapaz de pisar en blando o mantenerse de pie sin ayuda y con los ojos abiertos.
- ☐ 1: Capaz de pisar en blando sin ayuda y mantenerse de pie pero incapaz o sin deseo de cerrar los ojos.
- ☐ 2: Capaz de pisar en blando sin ayuda y mantenerse de pie con los ojos cerrados durante 10 segundos o menos.
- ☐ 3: Capaz de pisar en blando sin ayuda y mantenerse de pie con los ojos cerrados más de 10 segundos pero menos de 20.
- ☐ 4: Capaz de pisar en blando sin ayuda y mantenerse de pie con los ojos



cerrados durante 20 segundos.

#### 8. Salto de longitud a dos pies.

Instrucciones: Salte lo más lejos posible con los pies juntos pero sin ponerse en peligro.

##### Puntuación:

- ☐ 0: Incapaz de intentar o intenta saltar con los dos pies, pero uno o ambos pies no se levantan del suelo.
- ☐ 1: Capaz de iniciar el salto a dos pies, pero uno de los pies se eleva o aterriza antes que el otro.
- ☐ 2: Capaz de realizar el salto a dos pies, pero incapaz de saltar más de la longitud de sus propios pies.
- ☐ 3: Capaz de realizar el salto a dos pies y superar una distancia mayor que la longitud de sus propios pies.
- ☐ 4: Capaz de realizar el salto a dos pies y superar una distancia mayor que el doble de la longitud de los pies.

#### 9. Caminar girando la cabeza.

Instrucciones: Camine hacia delante girando la cabeza a izquierda y a derecha a cada sonido del metrónomo. Yo le diré cuándo puede parar.

##### Puntuación:

- ☐ 0: Incapaz de dar 10 pasos sin ayuda mientras gira la cabeza 30º a un ritmo dado.
- ☐ 1: Capaz de dar 10 pasos sin ayuda, pero incapaz de completar el número requerido de giros de 30º de la cabeza a un ritmo dado
- ☐ 2: Capaz de dar 10 pasos, pero se sale de la línea recta mientras realiza los

giros de cabeza de 30° a un ritmo dado.

- 3: Capaz de dar 10 pasos en línea recta mientras realiza los giros de cabeza de 30° a un ritmo dado, pero los giros son menos de 30° en una o ambas direcciones.
- 4: Capaz de dar 10 pasos en línea recta mientras realiza el número requerido de giros de cabeza de 30° al ritmo establecido.

#### 10. Control ortostático reactivo.

Instrucciones: Inclínese hacia atrás lentamente sobre mi mano hasta que le diga que pare.

##### Puntuación:

- 0: Incapaz de mantener el equilibrio erguido; sin intentos observables de dar un paso; requiere ayuda manual para recuperar el equilibrio.
- 1: Incapaz de mantener el equilibrio erguido; da menos de dos pasos y requiere ayuda manual para recuperar el equilibrio.
- 2: Incapaz de mantener el equilibrio erguido; da menos de dos pasos y es capaz de recuperar el equilibrio sin ayuda.
- 3: Capaz de mantener el equilibrio erguido; da uno o dos pasos pero es capaz de recuperar el equilibrio sin ayuda.
- 4: Capaz de mantener el equilibrio erguido; capaz de recuperar el equilibrio dando un solo paso.

#### **4.4.7.- PRUEBA '30 SECOND CHAIR STAND TEST'**

La prueba de '30 Second Chair Stand Test' (30SCST) mide fuerza y resistencia en adultos mayores (172). Fue descrita y validada por Rikli y Jones en 1999. Además, en función de la puntuación obtenida, se puede establecer si el participante presenta un alto riesgo de caídas (173).

##### **4.4.7.1.- PROCEDIMIENTO PARA MEDIR LA 30SCST**

Para realizar la '30SCST' se precisan una silla con respaldo sin reposabrazos y un cronómetro. La silla se coloca apoyada contra una pared para evitar que se mueva y haya riesgo de caída. El participante comienza sentado en el centro de la silla, con los brazos apoyados en el pecho para evitar que se apoye al levantarse, y los pies completamente apoyados en el suelo. Se le pide que se levante y vuelva a sentarse tantas veces como pueda durante un total de 30 segundos. Se le anima a realizar la prueba lo más rápido que pueda. Empieza la prueba a la orden del fisioterapeuta, y se detiene cuando se le indique que puede parar. Se contabiliza el número de veces que se ha puesto en pie. Si el participante, se encuentra más allá de la mitad del recorrido hasta la puesta en pie cuando el cronómetro marca los 30 segundos, se contabiliza también ese intento.

Existe una tabla de medida que clasifica a los mayores en función de su condición física según el número de veces que se levantan y su edad. Si el participante se encuentra por debajo de la media correspondiente a su edad, el participante presenta un elevado riesgo de caídas. (*Tabla 11*).

30 SECOND CHAIR STAND TEST (#INTENTOS COMPLETADOS)								
HOMBRES					MUJERES			
EDAD	DEBAJO DE LA MEDIA	MEDIA	ENCIMA DE LA MEDIA		EDAD	DEBAJO DE LA MEDIA	MEDIA	ENCIMA DE LA MEDIA
60-64	<14	14-19	>19		60-64	<12	12-17	>17
65-69	<12	12-18	>18		65-69	<11	11-16	>16
70-74	<12	12-17	>17		70-74	<10	10-15	>15
75-79	<11	11-17	>17		75-79	<10	10-15	>15
80-84	<10	10-15	>15		80-84	<9	9-14	>14
85-89	<8	8-14	>14		85-89	<8	8-13	>13
90-94	<7	7-12	>12		90-94	<4	4-11	>11

Tabla 11.- Clasificación del estado funcional de los adultos mayores según los resultados obtenidos en el 30SCST (173).

#### 4.4.8.- PRUEBA 'FOUR-STAGE BALANCE TEST'

La prueba de 'Four-Stage Balance Test' (FSBT) se utiliza para medir el equilibrio en posición estática (25,174). Fue descrito y validado por Rossiter-Fornoff y col. en 1995. Incluye cuatro pruebas diferentes, cada una más desafiante que la anterior. La primera prueba se realiza con los pies juntos, la segunda con los pies en posición de semitándem, la tercera en tándem y por último, la persona adopta la posición unipodal con su pierna preferida. Las dos últimas pruebas constituyen por sí mismas herramientas predictoras del riesgo de caídas (68,167,24,175,176).

#### 4.4.8.1.- PROCEDIMIENTO PARA MEDIR LA FSBT

Para realizar la 'FSBT' Los participantes no pueden utilizar ningún tipo de dispositivo de ayuda, deben estar con los pies descalzos y mantener sus ojos abiertos. El fisioterapeuta explica y demuestra cada posición antes de comenzar. Se coloca al lado del participante y se asegura de evitar su caída si pierde el equilibrio. Si el participante puede mantener una postura durante 10 segundos sin mover los pies ni necesitar ningún tipo de asistencia, se procede a realizar la siguiente posición. Si no puede, se detiene el test. Un adulto mayor que no puede mantener la posición de tándem durante al menos 10 segundos se encuentra en un proceso de incremento del riesgo de caídas. (*Imagen 17*).

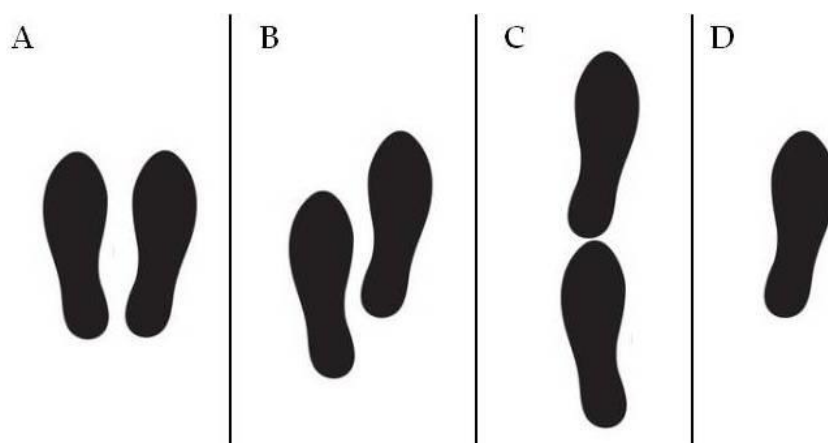


Imagen 17.- Posición de los pies en las cuatro partes de la prueba FSBT. En la A, pies juntos; en la B, semi-tándem; en la C, tándem y en la D, el apoyo monopodal.

#### 4.4.9.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS

Para el almacenamiento, el tratamiento y el análisis estadístico de los datos se utilizó el paquete estadístico IBM-SPSS-Statistics, versión 23.0, para Windows (en castellano).

Se procedió a la digitalización de los datos y, a continuación, se realizó un análisis descriptivo exhaustivo de todas las variables para detectar posibles errores en la recogida o digitalización de los datos, incidiendo principalmente en los máximos y mínimos de las variables cuantitativas.

Una vez definida la matriz de datos definitiva, se ha realizado un análisis descriptivo de las diferentes variables y datos recogidos durante la evaluación inicial. Para determinar qué estadístico les corresponde, en primer lugar, se realizó una prueba de normalidad de cada variable con el Test de Shapiro-Wilk, uno de los test más potentes sobre todo con muestras pequeñas, como es nuestro caso.

En el caso de que la variable siguiera una distribución normal, se calculó la media (M) y la desviación típica (DT). Si la variable no se seguía la distribución normal, se calcularon la mediana y la amplitud intercuartil. En el caso de las variables categóricas, se expresaron los resultados en porcentajes.

Se realizó el estudio descriptivo segmentando la muestra y dividiéndola por sexos, por edad, por nivel de actividad y por IMC.

En el análisis descriptivo de las variables relacionadas con el equilibrio y el riesgo de caídas, se calculó el porcentaje de personas que se encontraban en riesgo de caídas para cada una de las variables.

Para el análisis comparativo entre dos variables cuantitativas, se empleó la prueba T-Student, si las variables se comportaban de manera normal, y la prueba U de Mann-Whitney cuando alguna de las variables no seguía una distribución normal.

En el caso de las variables categóricas o cualitativas, emplearon las tablas de contingencia y la prueba Chi-cuadrado para el análisis de los resultados obtenidos.

Para el análisis inferencial de los datos, siempre que hubiese más de dos variables para el análisis, se realizaron la prueba F de Snedecor (ANOVA) si las variables eran normales, o la prueba H de Kruskal-Wallis, cuando alguna de las variables no mantenía una distribución normal.

Se realizaron pruebas de contraste, en el caso de que existiesen diferencias significativas en las pruebas de múltiples variables. Para determinar entre qué grupos existían diferencias se emplearon pruebas t que determinasen el contraste.

También se realizó el cálculo de correlaciones, mediante el coeficiente de correlación de Pearson, para variables cuantitativas, o el coeficiente de correlación de Spearman, en el caso de que alguna de las variables fuera categórica.

En todos los análisis se estableció un intervalo de confianza del 95% con unos índices de significación de  $p < 0.05$ . Los resultados obtenidos se han expresado con el valor del estadígrafo, así como los p-valores y aquellos datos que resultan más interesantes para la interpretación de los resultados.

#### **4.4.9.1.- VARIABLES DE ESTUDIO**

Las variables del estudio constituyen un total de 55 variables. Se describen a continuación, con su abreviatura, el tipo de variable y el momento de recogida o cálculo (*Tabla 12*):

VARIABLES DEL ESTUDIO			
NOMBRE DE LA VARIABLE	ABREVIATURA	TIPO DE VARIABLE	CUÁNDO SE OBTIENE
Número de identificación	ID	Variable cuantitativa discreta	Pre-intervención
Sexo	SEXO	Variable cualitativa nominal dicotómica	Pre-intervención
Edad (en años)	EDAD	Variable cuantitativa continua	Pre-intervención
Grupo de edad (menores de 70 años, de 70 a 80 años y mayores de 80 años)	GR_EDAD	Variable cualitativa nominal	Post-intervención
Nivel de actividad física (activo o sedentario)	ACT_SED	Variable cualitativa nominal dicotómica	Pre-intervención
Grupo de intervención (GIA, GIS o GC)	GR_INTERV	Variable cualitativa nominal	Pre-intervención
Número de caídas: Inicial	N_CAIDAS_1	Variable cuantitativa discreta	Pre-intervención
Número de caídas: Final	N_CAIDAS_2	Variable cuantitativa discreta	Post-intervención
Número de caídas: Diferencia entre inicial y final	N_CAIDAS_D	Variable cuantitativa discreta	Post-intervención
Porcentaje de asistencia al programa	ASISTENCIA	Variable cuantitativa continua	Post-intervención
Porcentaje de asistencias en los siguientes rangos: <70%, <75%, <80% y ≥80%	GR_ASISTENCIA	Variable cualitativa ordinal	Post-intervención
Talla en metros: Inicial	TALLA_1	Variable cuantitativa continua	Pre-intervención
Talla en metros: Final	TALLA_2	Variable	Post-intervención



		cuantitativa continua	
<b>Peso en kg: Inicial</b>	PESO_1	Variable cuantitativa continua	Pre-intervención
<b>Peso en kg: Final</b>	PESO_2	Variable cuantitativa continua	Post-intervención
<b>Índice de masa corporal (kg/m<sup>2</sup>): Inicial</b>	IMC_1	Variable cuantitativa continua	Pre-intervención
<b>Índice de masa corporal (kg/m<sup>2</sup>): Final</b>	IMC_2	Variable cuantitativa continua	Post-intervención
<b>Índice de masa corporal, en rangos según la OMS (delgadez, normopeso, sobrepeso, obesidad): Inicial</b>	IMC_R_1	Variable cualitativa nominal	Pre-intervención
<b>Índice de masa corporal, en rangos según la OMS (delgadez, normopeso, sobrepeso, obesidad): Final</b>	IMC_R_2	Variable cualitativa nominal	Post-intervención
<b>Puntuación en la escala de Tinetti, en el apartado de marcha (en segundos): Inicial</b>	TIN_MARCHA_1	Variable cuantitativa discreta	Pre-intervención
<b>Puntuación en la escala de Tinetti, en el apartado de marcha (en segundos): Final</b>	TIN_MARCHA_2	Variable cuantitativa discreta	Post-intervención
<b>Puntuación en la escala de Tinetti, en el apartado de marcha (en segundos): Diferencia entre inicial y final</b>	TIN_MARCHA_D	Variable cuantitativa discreta	Post-intervención

<b>Puntuación en la escala de Tinetti, en el apartado de equilibrio (en segundos): Inicial</b>	TIN_EQUIL_1	Variable cuantitativa discreta	Pre-intervención
<b>Puntuación en la escala de Tinetti, en el apartado de equilibrio (en segundos): Final</b>	TIN_EQUIL_2	Variable cuantitativa discreta	Post-intervención
<b>Puntuación en la escala de Tinetti, en el apartado de equilibrio (en segundos): Diferencia entre inicial y final</b>	TIN_EQUIL_D	Variable cuantitativa discreta	Post-intervención
<b>Puntuación total en la escala de Tinetti (en segundos): Inicial</b>	TIN_TOTAL_1	Variable cuantitativa discreta	Pre-intervención
<b>Puntuación total en la escala de Tinetti (en segundos): Final</b>	TIN_TOTAL_2	Variable cuantitativa discreta	Post-intervención
<b>Puntuación total en la escala de Tinetti (en segundos): Diferencia entre inicial y final</b>	TIN_TOTAL_D	Variable cuantitativa discreta	Post-intervención
<b>Puntuación en Test Timed Up&amp;Go (en segundos): Inicial</b>	TUG_1	Variable cuantitativa continua	Pre-intervención
<b>Puntuación en Test Timed Up&amp;Go (en segundos): Final</b>	TUG_2	Variable cuantitativa continua	Post-intervención
<b>Puntuación en Test Timed Up&amp;Go (en segundos): Diferencia entre inicial y final</b>	TUG_D	Variable cuantitativa continua	Post-intervención
<b>Puntuación en el Test de estancia unipodal sobre el pie derecho (en segundos): inicial</b>	OLS_DCHO_1	Variable cuantitativa continua	Pre-intervención
<b>Puntuación en el Test de</b>	OLS_DCHO_2	Variable cuantitativa	Post-intervención

<b>estancia unipodal sobre el pie derecho (en segundos): Final</b>		continua	
<b>Puntuación en el Test de estancia unipodal sobre el pie derecho (en segundos): Diferencia entre inicial y final</b>	OLS_DCHO_D	Variable cuantitativa continua	Post-intervención
<b>Puntuación en el Test de estancia unipodal sobre el pie izquierdo (en segundos): inicial</b>	OLS_IZDO_1	Variable cuantitativa continua	Pre-intervención
<b>Puntuación en el Test de estancia unipodal sobre el pie izquierdo (en segundos): Final</b>	OLS_IZDO_2	Variable cuantitativa continua	Post-intervención
<b>Puntuación en el Test de estancia unipodal sobre el pie izquierdo (en segundos): Diferencia entre inicial y final</b>	OLS_IZDO_D	Variable cuantitativa continua	Post-intervención
<b>Puntuación en la Escala de Equilibrio Avanzado de Fullerton (en puntos): Inicial</b>	FAB_1	Variable cuantitativa discreta	Pre-intervención
<b>Puntuación en la Escala de Equilibrio Avanzado de Fullerton (en puntos): Final</b>	FAB_2	Variable cuantitativa discreta	Post-intervención
<b>Puntuación en la Escala de Equilibrio Avanzado de Fullerton (en puntos): Diferencia entre inicial y final</b>	FAB_D	Variable cuantitativa discreta	Post-intervención
<b>Puntuación en el 30 Second Chair Stand Test (en número de intentos completados): Inicial</b>	30SCST_1	Variable cuantitativa discreta	Pre-intervención

<b>Puntuación en el 30 Second Chair Stand Test (en número de intentos completados): Final</b>	30SCST_2	Variable cuantitativa discreta	Post-intervención
<b>Puntuación en el 30 Second Chair Stand Test (en número de intentos completados): Diferencia entre inicial y final</b>	30SCST_D	Variable cuantitativa discreta	Post-intervención
<b>Puntuación en el Four-Stage Balance Test, en el apartado de apoyo monopodal (en segundos): Inicial</b>	FSBT_M_1	Variable cuantitativa continua	Pre-intervención
<b>Puntuación en el Four-Stage Balance Test, en el apartado de apoyo monopodal (en segundos): Final</b>	FSBT_M_2	Variable cuantitativa continua	Post-intervención
<b>Puntuación en el Four-Stage Balance Test, en el apartado de apoyo monopodal (en segundos): Diferencia entre inicial y final</b>	FSBT_M_D	Variable cuantitativa continua	Post-intervención
<b>Puntuación en el Four-Stage Balance Test, en el apartado de tándem (en segundos): Inicial</b>	FSBT_T_1	Variable cuantitativa continua	Pre-intervención
<b>Puntuación en el Four-Stage Balance Test, en el apartado de tándem (en segundos): Final</b>	FSBT_T_2	Variable cuantitativa continua	Post-intervención
<b>Puntuación en el Four-Stage Balance Test, en el apartado de tándem (en segundos):</b>	FSBT_T_D	Variable cuantitativa continua	Post-intervención

<b>Diferencia entre inicial y final</b>			
<b>Puntuación en el Four-Stage Balance Test, en el apartado de semi-tándem (en segundos): Inicial</b>	FSBT_ST_1	Variable cuantitativa continua	Pre-intervención
<b>Puntuación en el Four-Stage Balance Test, en el apartado de semi-tándem (en segundos): Final</b>	FSBT_ST_2	Variable cuantitativa continua	Post-intervención
<b>Puntuación en el Four-Stage Balance Test, en el apartado de semi-tándem (en segundos): Diferencia entre inicial y final</b>	FSBT_ST_D	Variable cuantitativa continua	Post-intervención
<b>Puntuación en el Four-Stage Balance Test, en el apartado de pies juntos (en segundos): Inicial</b>	FSBT_PJ_1	Variable cuantitativa continua	Pre-intervención
<b>Puntuación en el Four-Stage Balance Test, en el apartado de pies juntos (en segundos): Final</b>	FSBT_PJ_2	Variable cuantitativa continua	Post-intervención
<b>Puntuación en el Four-Stage Balance Test, en el apartado de pies juntos (en segundos): Diferencia entre inicial y final</b>	FSBT_PJ_D	Variable cuantitativa continua	Post-intervención

Tabla 12.- Variables de estudio.





## **5.- RESULTADOS**

---

---

---



---

## 5.1.- RESULTADOS DESCRIPTIVOS DE LA POBLACION DE ESTUDIO

La población de estudio resulta de las solicitudes presentadas en los diferentes Centros Municipales de Mayores “Juan de la Fuente” y “Tierra Charra”, dependientes de la Concejalía de Mayores del Excmo. Ayuntamiento de Salamanca, para la participación voluntaria en el Programa de Equilibrio, desarrollado por el Área de Fisioterapia de la Universidad de Salamanca.

### 5.1.1.- POBLACIÓN DE ESTUDIO

El número total de solicitudes presentadas para formar parte del Programa de Equilibrio en el mes de octubre de 2016 correspondieron a un total de 117 sujetos, hombres 29 (24.8%) y 88 mujeres (75.2%). Todos los inscritos acudieron a la revisión inicial, tanto los que habían sido admitidos en el programa, que realizaron la evaluación inicial del grupo intervención (E1I), como aquellos que quedaron en reserva, que acudieron a la revisión inicial del grupo control (E1C). De toda la población que acudió a la revisión, los que cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión, formando así la muestra del estudio fueron 112 sujetos, 28 hombres (25%) y 84 mujeres (75%) (*Gráfico 11*). Hubo cinco personas que no cumplieron con los criterios de inclusión, todas ellas por presentar alteraciones neurológicas. La edad media era de  $75.44 \pm 6.57$  años, con edades comprendidas entre los 62.19 y los 90.09 años. El 23% de los participantes se encontraban por debajo de los 70 años, el 49% tenían entre 70 y 80 años y 28% fueron mayores de 80 años (*Gráfico 12*).

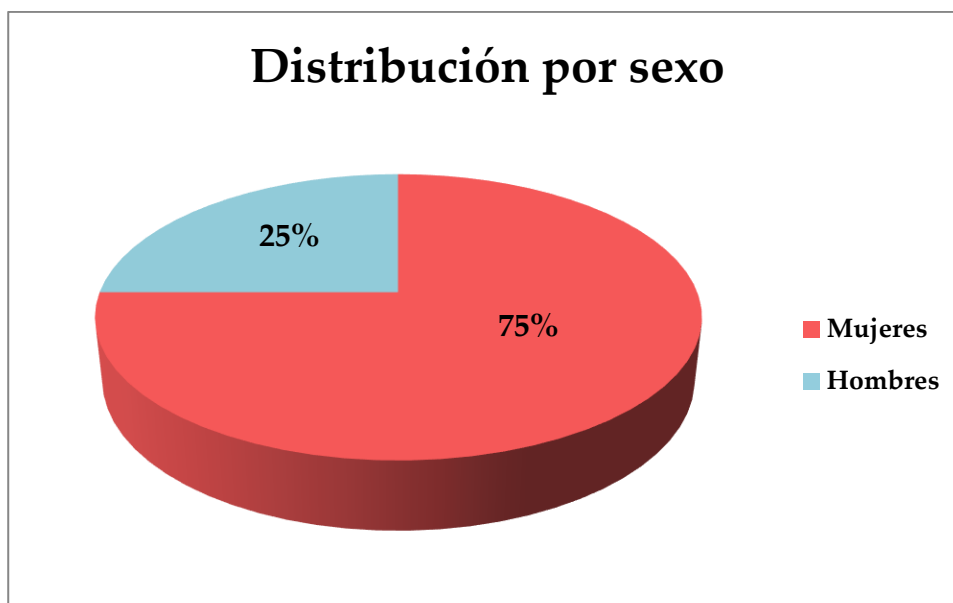


Gráfico 11.- Distribución de la muestra inicial por sexos.

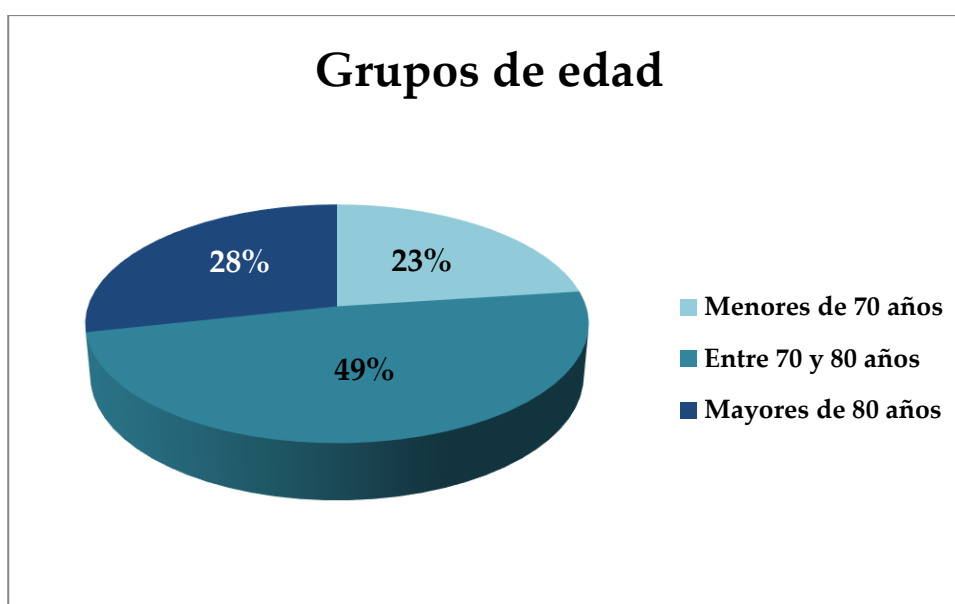


Gráfico 12.- Distribución de la muestra inicial atendiendo a los distintos grupos de edad.

La media de edad en las mujeres fue de  $75.57 \pm 6.44$  años y en los hombres la media edad fue de  $77.60 \pm 6.46$  años. En la comparación de la edad por sexos

no encontramos diferencias estadísticamente significativas [T-student de muestras independientes  $t_{112}=-1.303$ ;  $p=0.196$ ].

Atendiendo al nivel de actividad, la muestra inicial se distribuyó entre sedentarios ( $n=63$ , 56.3%) y activos ( $n=49$ , 43.8%) (Gráfico 13). En cuanto a la distribución por sexos, en el caso de los hombres se observó que el número de activos ( $n=17$ , 60.7%) fue mayor que el de sedentarios ( $n=11$ , 39.3%). A diferencia de lo que ocurrió con las mujeres, en el que el número de sedentarias ( $n=52$ , 61.9%) fue mayor que el de mujeres activas ( $n=32$ , 38.1%) (Gráfico 14).

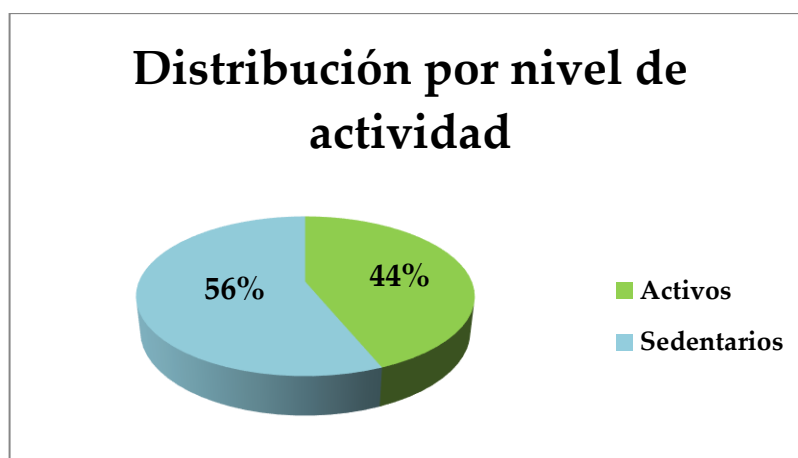


Gráfico 13.- Distribución de la muestra inicial atendiendo a su nivel de actividad física.

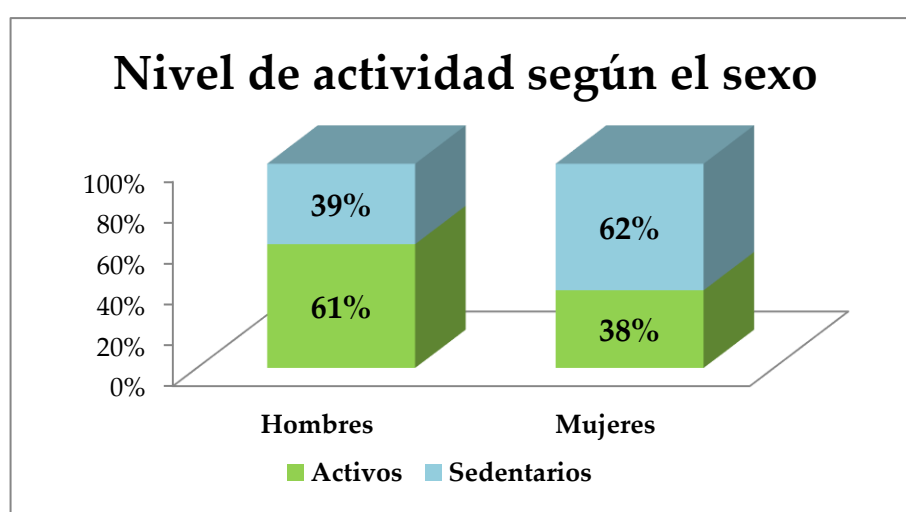


Gráfico 14.- Distribución de la muestra inicial atendiendo a su nivel de actividad física y su sexo.

La tasa de incidencia de caídas dentro de la muestra inicial fue de 0.82 caídas por persona y año.

El número de total de personas con una caída durante el año anterior ascendía a 14 (el 13% de la muestra inicial), mientras que 20 personas (17%) cayeron dos o más veces en el último año. Un total de 78 personas (70%) no sufrieron ninguna caída durante el año anterior. (Gráfico 15).

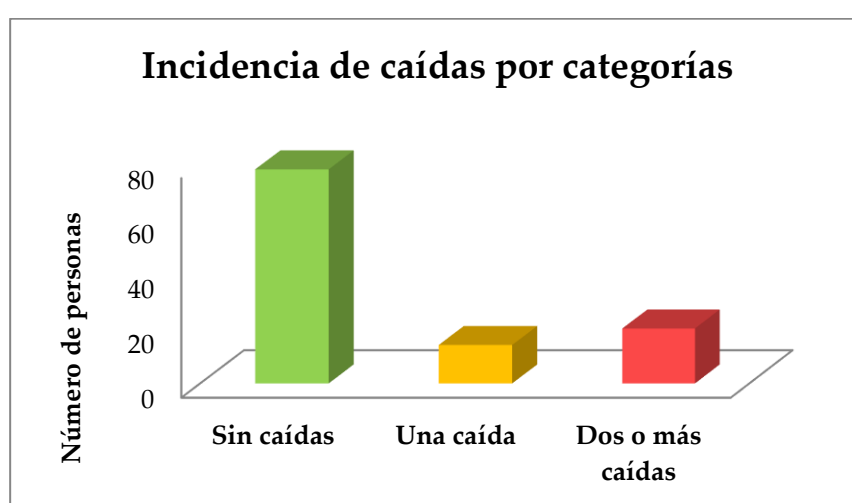


Gráfico 15.- Incidencia de caídas de la muestra inicial por categorías.

#### 5.1.1.1.- VARIABLES ANTROPOMÉTRICAS

La muestra presentó una media de peso de  $68.27 \pm 11.97$  kg. En los hombres fue de  $78.37 \pm 10.73$  kg. En las mujeres la media era de  $64,90 \pm 10,40$  kg. En la comparación del peso por sexos encontramos diferencias estadísticamente significativas [T-student de muestras independientes  $t_{[112]}=-5.339$ ;  $p<0.001$ ].

La media de la talla fue de  $1.55 \pm 0.10$  m. Presentando una media de  $1.67 \pm 0.084$  m los hombres y para las mujeres fue de  $1.51 \pm 0.058$  m. En la

comparación de la talla por sexos, como era de esperar al igual que en el peso, encontramos diferencias estadísticamente significativas [T-student de muestras independientes  $t_{[112]}=-10.223$ ;  $p<0.001$ ].

El IMC tuvo una media de  $28.30 \pm 3.61$  kg/m<sup>2</sup>, con valores comprendidos entre 18.51 y 35.92 kg/m<sup>2</sup>. En los hombres fue de  $27.99 \pm 2.87$  kg/m<sup>2</sup>, mientras que el grupo de las mujeres tuvo una media de  $28.38 \pm 4.04$  kg/m<sup>2</sup>. En la comparación del IMC por sexos no encontramos diferencias estadísticamente significativas [T-student de muestras independientes  $t_{[112]}=0.431$ ;  $p=0.667$ ].

A partir de la variable cuantitativa del IMC se crea una variable cualitativa con cuatro categorías: delgadez, normopeso, sobrepeso y obesidad, según lo establecido por la OMS (148). A partir de esta categorización la muestra quedó distribuida de la siguiente forma: normopesado ( $n=22$ ), sobrepeso ( $n=55$ ) y obesidad ( $n=35$ ). No se encontraron individuos que entraran en la categoría de delgadez (Gráfico 16).

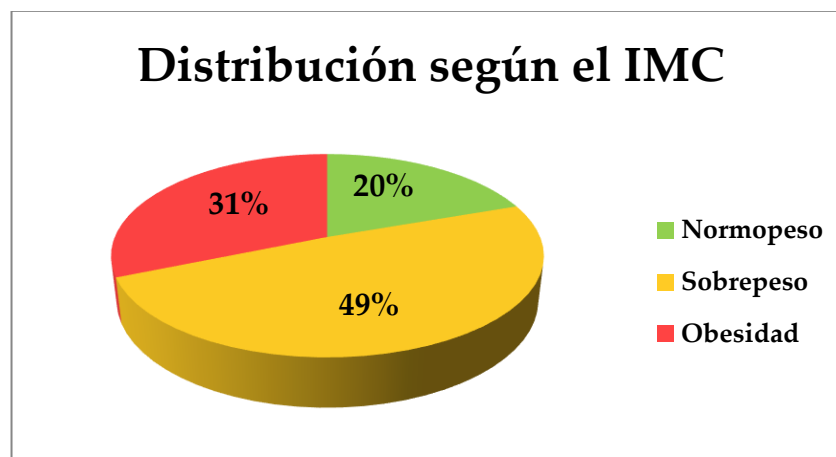


Gráfico 16.- Distribución de la muestra inicial atendiendo a su IMC.

En cuanto a la distribución de las categorías por sexo, se observan ciertas similitudes, siendo el grupo de sobrepeso el mayor dentro del grupo tanto de mujeres (42.9%) como de hombres (67.9%). (Tabla 13).

			Sexo		Total
			Hombre	Mujer	
Indice de masa corporal Inicial (IMC)	Normopeso	Recuento	4	18	22
		% dentro de Sexo	14.3%	21.4%	19.6%
	Sobrepeso	Recuento	19	36	55
		% dentro de Sexo	67.9%	42.9%	49.1%
	Obesidad	Recuento	5	30	35
		% dentro de Sexo	17.9%	35.7%	31.3%
Total		Recuento	28	84	112
		% dentro de Sexo	100%	100%	100%

Tabla 13.- Tabla cruzada del IMC inicial categorizado por sexo según OMS (148).

Los sujetos que se engloban dentro de un IMC normal presentaron una media de  $22.89 \pm 1.98 \text{ kg/m}^2$ , los del grupo de sobrepeso de  $27.54 \pm 1.45 \text{ kg/m}^2$  y los del grupo de obesidad de  $32.03 \pm 1.68 \text{ kg/m}^2$ .

#### 5.1.1.2.- PRUEBAS FUNCIONALES

Las variables relacionadas con el equilibrio son aquellas escalas que miden equilibrio y riesgo de caídas. Estas escalas son la escala de Tinetti (con su puntuación total, y las puntuaciones de los apartados de equilibrio y marcha), el test Timed Up&Go, el test de Estancia Unipodal (con sus medidas sobre el miembro inferior derecho y sobre el izquierdo), la escala de Equilibrio Avanzada de Fullerton, el 30 Second Chair Stand Test y el Four-

Stage Balance Test (con sus apartados de pies juntos, semi-tándem, tándem y monopodal).

La puntuación media en la escala de Tinetti en la evaluación inicial fue de  $26.63 \pm 1.90$ , de 28 puntos. En su apartado de marcha, la puntuación media fue de  $11.14 \pm 1.32$  puntos, siendo el total 12 puntos. En la parte de equilibrio la puntuación media recogida fue  $15.49 \pm 0.83$  puntos, de un total de 16. Atendiendo al riesgo de caídas, 102 personas se encontraron en bajo riesgo de caídas (91.1%), mientras que sólo 9 personas presentaron moderado riesgo de caídas (8%) y tan sólo 1 presentó alto riesgo de caídas (0.009%) (Gráfico 17). Todas las personas con riesgo de caídas en este test, ya sea moderado o alto, son mujeres (n=10, 8.9%).

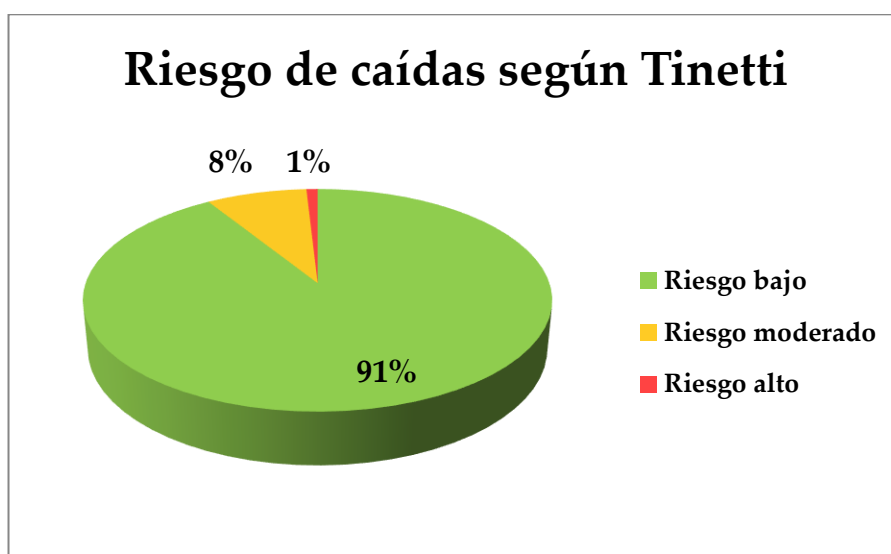


Gráfico 17.- Distribución de la muestra inicial atendiendo a su riesgo de caídas según la escala de Tinetti.

En el TUG se obtuvo una puntuación media de  $8.69 \pm 3.08$  segundos. Si establecemos el punto de corte en 10 segundos, un total de 26 personas se

encontraron con un elevado riesgo de caídas, de los cuáles 22 fueron mujeres (19.6%) y 4 hombres (3.6%) (*Gráfico 18*). Sin embargo, si el punto de corte se establece en 12 segundos, un total de 9 personas presentan un elevado riesgo de caídas, de los cuáles 8 son mujeres (7.1%) y uno es hombre (0.009%).

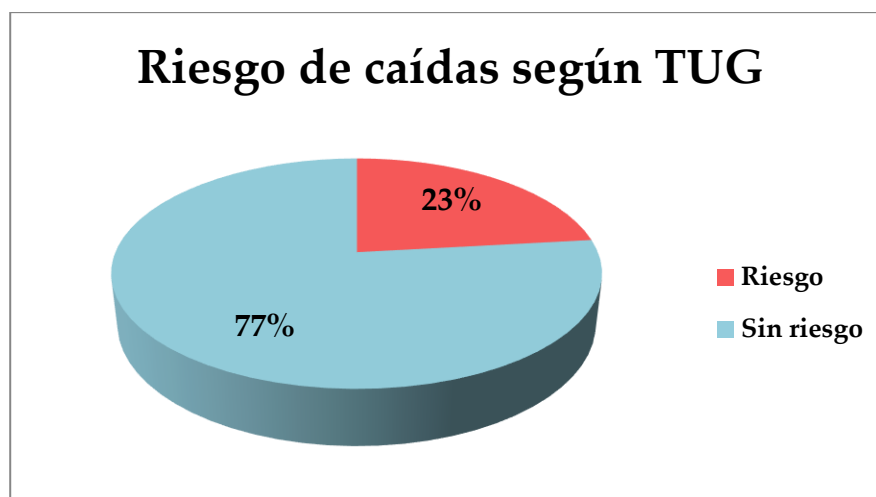


Gráfico 18.- Distribución de la muestra inicial atendiendo a su riesgo de caídas según el TUG.

La puntuación media obtenida en el OLS con el pie derecho fue  $15.57 \pm 11.00$  segundos. En el caso del pie izquierdo, la puntuación media fue  $16.20 \pm 11.03$  segundos. Tomando como referencia el punto de corte de 12.7 segundos (68), encontramos un total de 50 personas (38 mujeres, 33.9%; 12 hombres, 10.7%) en riesgo de caídas si observamos las puntuaciones obtenidas sobre el pie derecho, y 53 personas (42 mujeres, 37.5%; 11 hombres, 9.8%) si se tienen en cuenta los resultados sobre el pie izquierdo (*Gráfico 19*). En el caso del riesgo de caída grave, cuyo punto de corte se estableció en 5 segundos (24), podemos observar que sobre el pie derecho hay 31 personas (25 mujeres, 22.3%, 6 hombres, 5.4%) en riesgo de caída grave, y sobre el izquierdo hay 25 personas (19 mujeres, 16.9%; 6 hombres, 5.4%) (*Gráfico 20*).



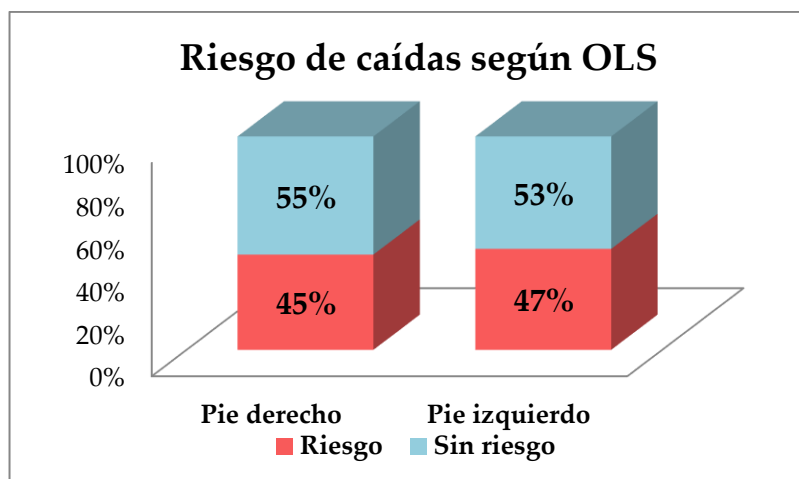


Gráfico 19.- Distribución de la muestra inicial atendiendo a su riesgo de caídas según el OLS, según el punto de corte definido por Jalali y col. (68).

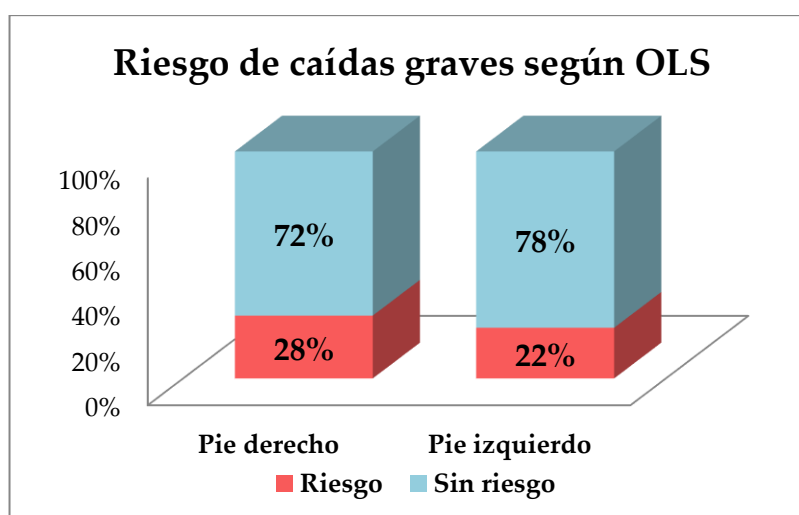


Gráfico 20.- Distribución de la muestra inicial atendiendo al riesgo de caídas graves según el OLS, según el punto de corte definido por Vellas y col. (24).

La FAB obtuvo una puntuación media de  $27.41 \pm 6.77$  puntos, de un total de 40 puntos. Un total de 33 personas se encontraron en riesgo de caídas, obteniendo una puntuación inferior a 25 puntos. Estas personas fueron 30 mujeres (26.8%) y 3 hombres (2.6%) (Gráfico 21).

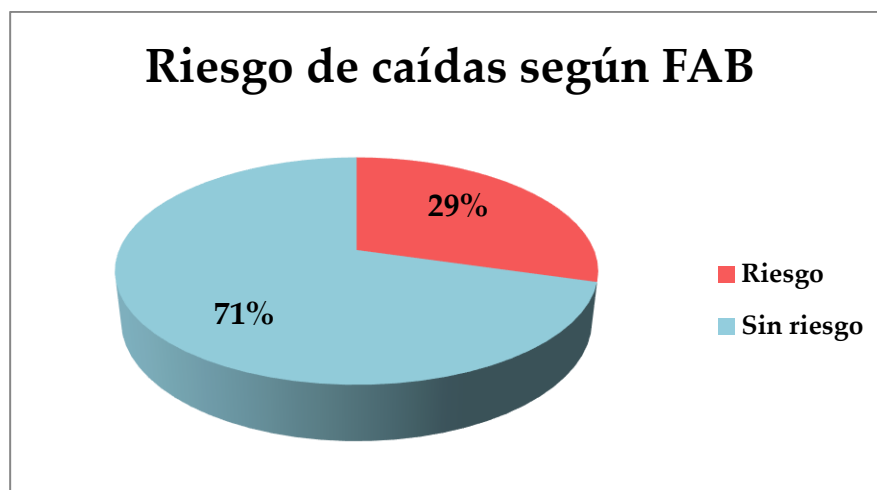


Gráfico 21.- Distribución de la muestra inicial atendiendo a su riesgo de caídas según la FAB.

La puntuación media en el 30 SCST fue de  $11.35 \pm 3.49$  levantamientos completos. Un total de 63% personas se encontraron dentro de los valores normales para su edad, un 28.7% se encontraron por debajo de la media y tan sólo un 8.3% superaron la media de su edad. Las mujeres que se encontraron dentro de la media de su edad fueron 50 (62.5%), mientras que un total de 6 (7.5%) se encontraron por encima de la media y 24 (30%) obtuvieron un resultado por debajo de la media con respecto a su edad. En el caso de los hombres, 18 personas (64.3%) estuvieron dentro de los valores de la media, 3 (10.7%) estuvieron por encima de la media y 7 (25%) obtuvieron valores por debajo de la media (*Gráfico 22*).

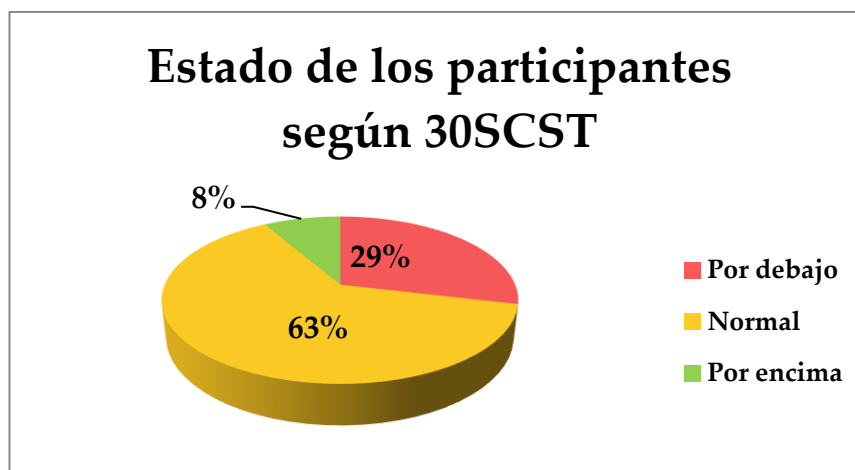


Gráfico 22.- Distribución de la muestra inicial atendiendo a su condición física según el 30SCST.

Por último, los resultados obtenidos en el FSBT se presentan en sus cuatro apartados. En el caso del apartado de pies juntos, todos los participantes obtuvieron la mayor puntuación posible (10 segundos). En el apartado de semitándem, la puntuación media obtenida fue  $9.94 \pm 0.40$  segundos, siendo 3 personas (2.6%) las que no consiguieron completar la puntuación máxima (2 mujeres, 1.8%; 1 hombre, 0.009%). La puntuación media obtenida en la prueba del tándem fue  $8.35 \pm 2.31$  segundos. Un total de 30 personas (26.8%) no consiguieron alcanzar los 10 segundos establecidos, por lo que se encuentran en riesgo de caídas (25 mujeres, 22.3%; 5 hombres, 4.5%) (Gráfico 23). En el apoyo monopodal, la puntuación media fue de  $8.36 \pm 3.27$  segundos, siendo 40 personas (35.7%) las que no consiguieron alcanzar la puntuación máxima (31 mujeres, 27.7%; 9 hombres, 8%).

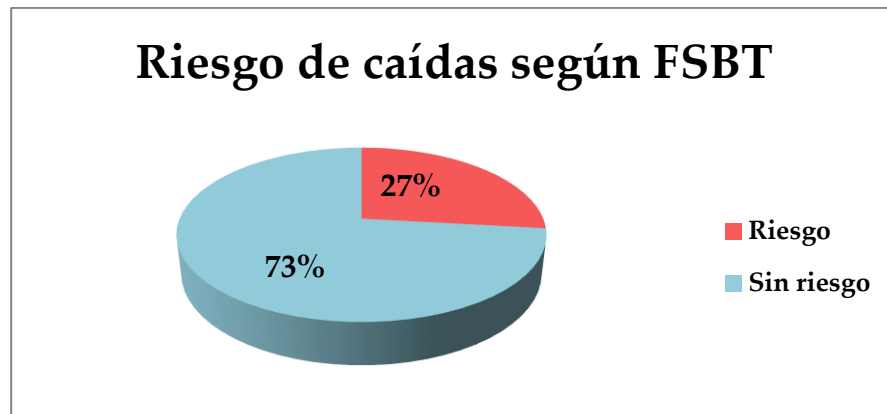


Gráfico 23.- Distribución de la muestra inicial atendiendo al riesgo de caídas según el FSBT.

#### a.- Pruebas funcionales atendiendo al nivel de actividad

Considerando a las personas en función del grupo de actividad al que pertenecen (sedentarios y activos) y las mediciones realizadas con las diferentes escalas de equilibrio y riesgo de caídas en la evaluación inicial, se encontraron los siguientes resultados (*Tabla 14*).

Variable	Est. <sup>1</sup>	Sign. <sup>2</sup>	M	DT	Est. <sup>3</sup>	Sign. <sup>4</sup>
Test de Tinetti: Marcha. Inicial.						
Sedentario	.74	<.001	10.77	1.71	332.00	.083
Activo	.65	<.001	11.50	.84		
Test de Tinetti: Equilibrio. Inicial.						
Sedentario	.77	<.001	15.19	1.01	304.50	.023
Activo	.58	<.001	15.71	.54		
Puntuación total del Test de Tinetti. Inicial.						
Sedentario	.79	<.001	25.97	2.51	317.00	.063
Activo	.79	<.001	27.21	.92		
Timed Up&Go Test. Inicial.						
Sedentario	.72	<.001	9.67	4.69	374.00	.362
Activo	.98	.869	8.26	1.93		

Tiempo de estancia unipodal sobre el pie derecho. Inicial.						
Sedentario	.87	.001	12.98	10.10	344.50	.332
Activo	.90	.014	15.25	10.06		
Tiempo de estancia unipodal sobre el pie izquierdo. Inicial.						
Sedentario	.86	.001	12.75	9.72	350.00	.378
Activo	.85	.001	15.94	11.06		
Escala Avanzada de Equilibrio de Fullerton. Inicial.						
Sedentario	.95	.191	25.74	7.74	-1.47	.146
Activo	.95	.241	28.43	6.05		
30 Second Chair Stand Test. Inicial.						
Sedentario	.85	<.001	10.00	2.67	301.50	.041
Activo	.87	.002	11.39	2.67		
Four-Stage Balance Test: Monopodal. Inicial.						
Sedentario	.73	<.001	7.80	2.83	372.50	.288
Activo	.64	<.001	8.93	4.49		
Four-Stage Balance Test: Tándem. Inicial.						
Sedentario	.72	<.001	7.39	3.62	395.50	.495
Activo	.66	<.001	8.02	3.08		
Four-Stage Balance Test: Semi-tándem. Inicial.						
Sedentario	.18	<.001	9.95	.30	416.00	.473
Activo	.29	<.001	9.80	.73		
Four-Stage Balance Test: Pies juntos. Inicial.						
Sedentario	cte.	-	-	-	-	-
Activo	cte.	-	-	-		

Tabla 14.- Comparación de medias sobre los resultados obtenidos en las diferentes pruebas funcionales, durante la evaluación inicial, en los dos niveles de actividad física. 1: Prueba de normalidad Shapiro-Wilk. 2: Significación de la prueba. 3: t-Student, U-Mann-Withney. 4: Significación de la comparación de medias. Riesgo  $\alpha=0.05$ .

A pesar de que las personas activas obtuvieron mejores puntuaciones en todas las pruebas, prácticamente no se detectaron diferencias significativas en cuanto al estado de equilibrio en los dos grupos.

Las diferencias significativas se detectaron en la escala de Tinetti, en su apartado de Marcha, las personas sedentarias ( $M=15.19$ ,  $DT=1.01$ ) y las personas activas ( $M=15.71$ ,  $DT=.54$ ), obteniendo mejores resultados las personas activas (*Gráfico 24*).

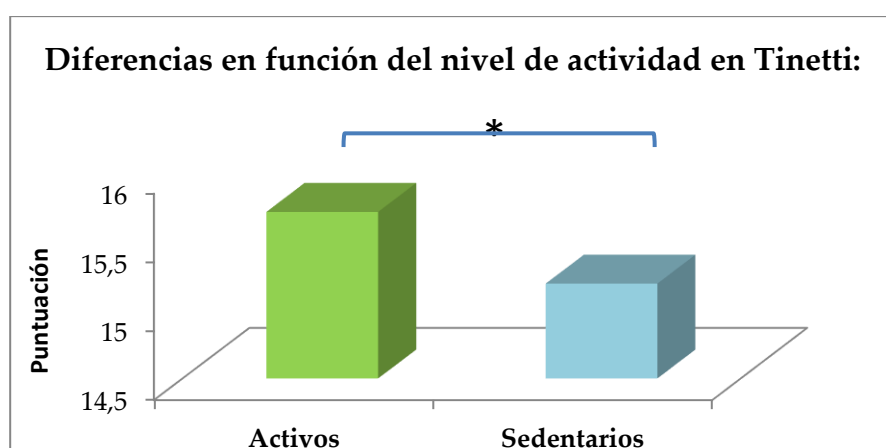


Gráfico 24.- Diferencias presentadas en la escala de Tinetti, en el apartado de marcha, entre los participantes activos y los sedentarios. \*:  $p<0.05$ .

También se observaron diferencias significativas ( $U=301.5$ ,  $p=.041$ ) en las mediciones realizadas con el 30 SCST entre las personas sedentarias ( $M=10.00$ ,  $DT=2.67$ ) y las personas activas ( $M=11.39$ ,  $DT=2.67$ ), obteniendo mejor puntuación las personas activas (*Gráfico 25*).

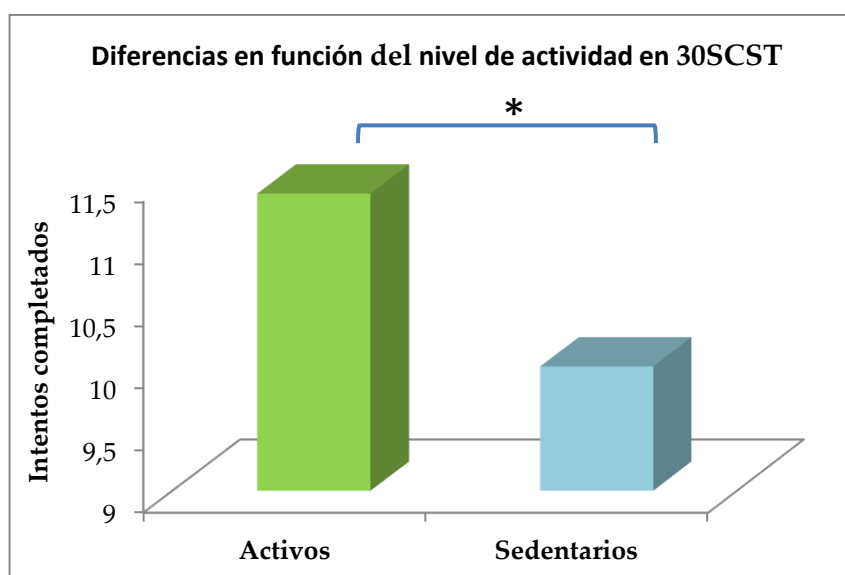


Gráfico 25.- Diferencias presentadas en el 30SCST entre los participantes activos y sedentarios. \*:  $p < 0.05$ .

Estos resultados implican que antes de iniciar la intervención, partimos de una situación similar de equilibrio entre personas sedentarias y activas, evitando así un posible sesgo entre los grupos de intervención.

#### b.- Pruebas funcionales atendiendo a la edad

Los participantes del estudio fueron divididos en tres categorías en función de su edad. Estas categorías fueron: los participantes menores de 70 años, los participantes que se encontraban entre 70 y 80 años, y los mayores de 80 años. Atendiendo a las escalas de equilibrio y riesgo de caídas realizadas durante la evaluación inicial, se buscaron las posibles diferencias en función de la edad (*Tabla 15*).

Variable	Est. <sup>1</sup>	Sign. <sup>2</sup>	M	DT	Est. <sup>3</sup>	Sign. <sup>4</sup>
Test de Tinetti: Marcha. Inicial.						
Hasta 70 años	.65	<.001	11.60	.70	2.60	.272
Desde 70 años hasta 80 años	.72	<.001	11.29	1.03		
80 años o superior	.75	.001	10.40	2.13		
Test de Tinetti: Equilibrio. Inicial.						
Hasta 70 años	.59	<.001	15.70	.48	3.92	.141
Desde 70 años hasta 80 años	.65	<.001	15.53	.79		
80 años o superior	.78	.002	15.07	1.10		
Puntuación total del Test de Tinetti. Inicial.						
Hasta 70 años	.78	.008	27.30	.82	4.39	.111
Desde 70 años hasta 80 años	.74	<.001	26.82	1.60		
80 años o superior	.80	.004	25.47	2.90		
Timed Up&Go Test. Inicial.						
Hasta 70 años-❶	.90	.213	7.06	1.56	19.63	<.001
Desde 70 años hasta 80 años-❷	.98	.741	8.13	1.93		.078(❶=❷) <sup>5</sup>
80 años o superior-❸	.67	<.001	12.27	5.51		<.001(❶<❸) <sup>5</sup> <.001(❷<❸) <sup>5</sup>
Tiempo de estancia unipodal sobre el pie derecho. Inicial.						
Hasta 70 años-❶	.86	.106	22.32	8.70	12.20	.002
Desde 70 años hasta 80 años-❷	.86	.001	14.70	9.83		.042(❶>❷) <sup>5</sup>
80 años o superior-❸	.77	.002	7.70	7.21		<.001(❶>❸) <sup>5</sup> <.001(❷>❸) <sup>5</sup>
Tiempo de estancia unipodal sobre el pie izquierdo. Inicial.						
Hasta 70 años	.86	.101	19.06	10.80	5.23	.073
Desde 70 años hasta 80 años	.87	.001	15.03	10.42		
80 años o superior	.81	.005	9.68	8.93		



Escala Avanzada de Equilibrio de Fullerton. Inicial.						
Hasta 70 años-❶	.93	.429	33.00	2.75	13.06	<.001
Desde 70 años hasta 80 años-❷	.98	.752	27.68	6.10		.001(❶>❷) <sup>5</sup>
80 años o superior-❸	.97	.802	21.53	7.42		<.001(❶>❸) <sup>5</sup> .029(❷>❸) <sup>5</sup>
30 Second Chair Stand Test. Inicial.						
Hasta 70 años	.71	.001	11.50	3.57	3.21	.201
Desde 70 años hasta 80 años	.95	.127	10.97	2.02		
80 años o superior	.86	.022	9.40	3.29		
Four-Stage Balance Test: Monopodal. Inicial.						
Hasta 70 años-❶	.37	<.001	9.69	.983	11.13	.004
Desde 70 años hasta 80 años-❷	.61	<.001	9.08	3.96		.195(❶=❷) <sup>5</sup> <.001(❶>❸) <sup>5</sup>
80 años o superior-❸	.84	.014	6.15	3.40		<.001(❷>❸) <sup>5</sup>
Four-Stage Balance Test: Tándem. Inicial.						
Hasta 70 años	.37	<.001	9.21	2.50	3.69	.158
Desde 70 años hasta 80 años	.72	<.001	7.70	3.21		
80 años o superior	.75	.001	6.64	3.95		
Four-Stage Balance Test: Semi-tándem. Inicial.						
Hasta 70 años	cte.	-	-	-	-	-
Desde 70 años hasta 80 años	.33	<.001	9.79	.71		
80 años o superior	cte.	-	-	-		
Four-Stage Balance Test: Pies juntos. Inicial.						
Hasta 70 años	cte.	-	-	-	-	-
Desde 70 años hasta 80 años	cte.	-	-	-		
80 años o superior	cte.	-	-	-		

Tabla 15.- Comparación de medias sobre los resultados obtenidos en las diferentes pruebas funcionales, durante la evaluación inicial, en los tres niveles de edad. 1: Prueba de normalidad Shapiro-Wilk. 2: Significación de la prueba. 3: F-Snedecor, H-Kruskal-Wallis. 4: Significación de contrastes a posteriori ( $\alpha^*$ : 0.016). Riesgo  $\alpha$ : 0.05.

Se encontraron diferencias de alta significación estadística ( $\chi^2=19.63$ ,  $p<0.001$ ) entre las mediciones realizadas con el TUG. Se concretan estas diferencias entre las personas menores de 70 años y las mayores de 80 años ( $p<0.001$ ), y entre las personas de 70 años hasta 80 años y mayores de 80 años ( $p<0.001$ ) (Gráfico 26).

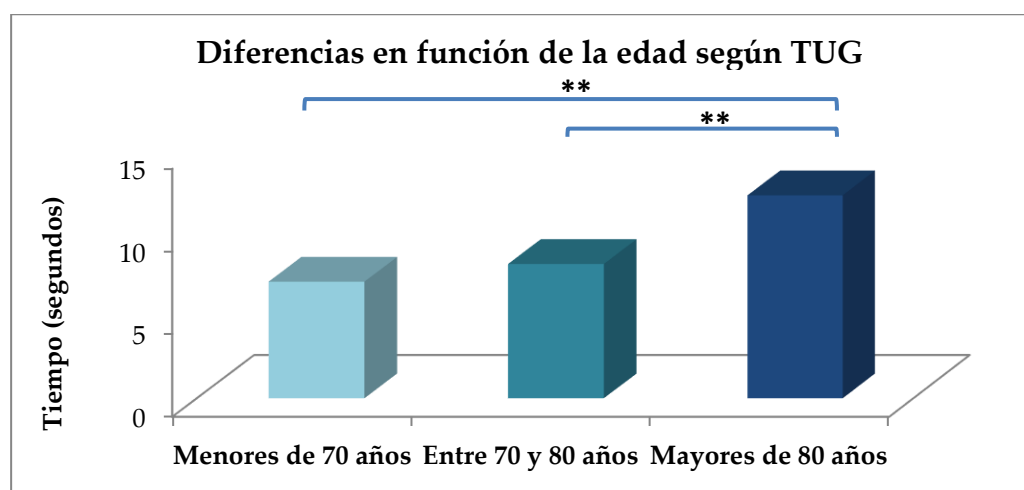


Gráfico 26.- Diferencias presentadas en el TUG entre los participantes pertenecientes a los distintos grupos de edad. \*\*:  $p<0.01$ .

Se observaron diferencias estadísticas altamente significativas ( $\chi^2=12.20$ ,  $p=0.002$ ) entre las mediciones realizadas con el OLS sobre el pie derecho. Se concretan estas diferencias entre las personas menores de 70 años y las de 70 años hasta 80 años ( $p=0.042$ ), entre las personas menores de 70 años y las mayores de 80 años ( $p<0.001$ ), y las de 70 años hasta 80 años y las mayores de 80 años ( $p<0.001$ ) (Gráfico 27).

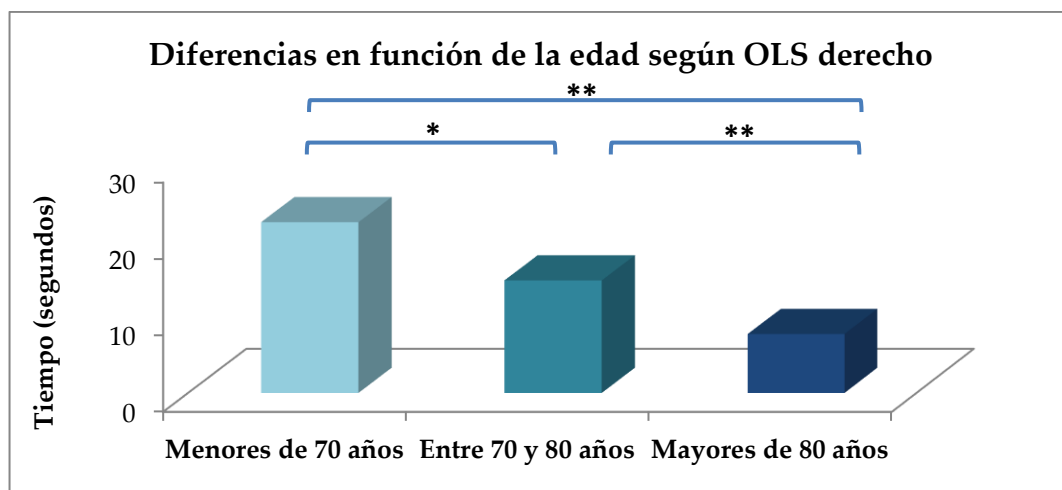


Gráfico 27.- Diferencias presentadas en el OLS sobre el pie derecho entre los participantes pertenecientes a los distintos grupos de edad. \*:  $p<0.05$ ; \*\*:  $p<0.01$ .

Se encontraron diferencias de alta significación estadística ( $F=13.06$ ,  $p<0.001$ ) entre las mediciones realizadas con la FAB. Se concretan estas diferencias entre las personas menores de 70 años y las de 70 años hasta 80 años ( $p=0.001$ ), entre las personas menores de 70 años y mayores de 80 años ( $p<0.001$ ), y las de 70 años hasta 80 años y las de 80 años o más ( $p=0.029$ ) (Gráfico 28).

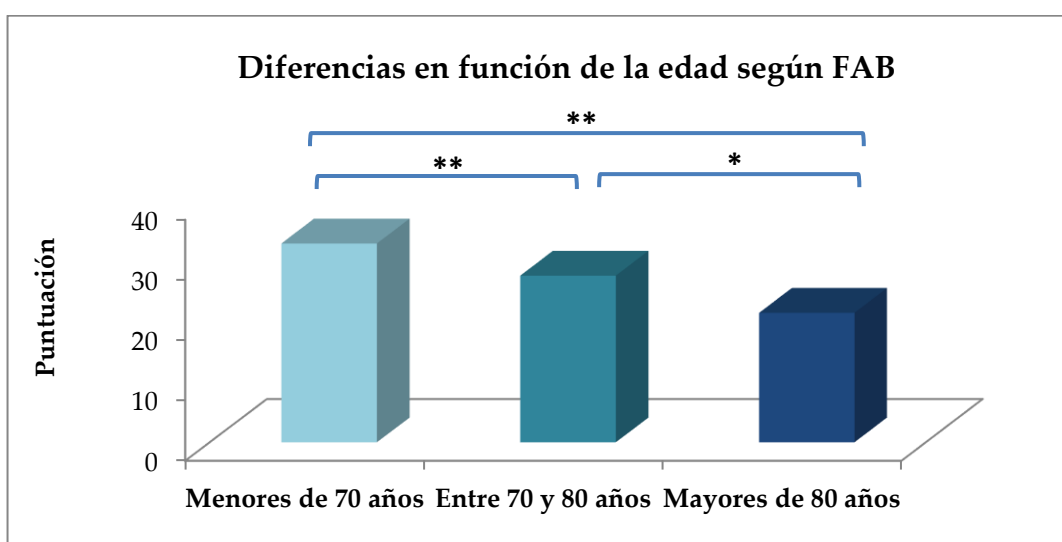


Gráfico 28.- Diferencias presentadas en la FAB entre los participantes pertenecientes a los distintos grupos de edad. \*:  $p<0.05$ ; \*\*:  $p<0.01$ .

Se observaron diferencias estadísticas altamente significativas ( $\chi^2=11.13$ ,  $p=0.004$ ) entre las mediciones realizadas con el FSBT, en su apartado de apoyo monopodal. Se concretan estas diferencias entre las personas menores de 70 años y las mayores de 80 años ( $p<0.001$ ), y entre las personas de 70 años hasta 80 años y las mayores de 80 años ( $p<0.001$ ) (Gráfico 29).

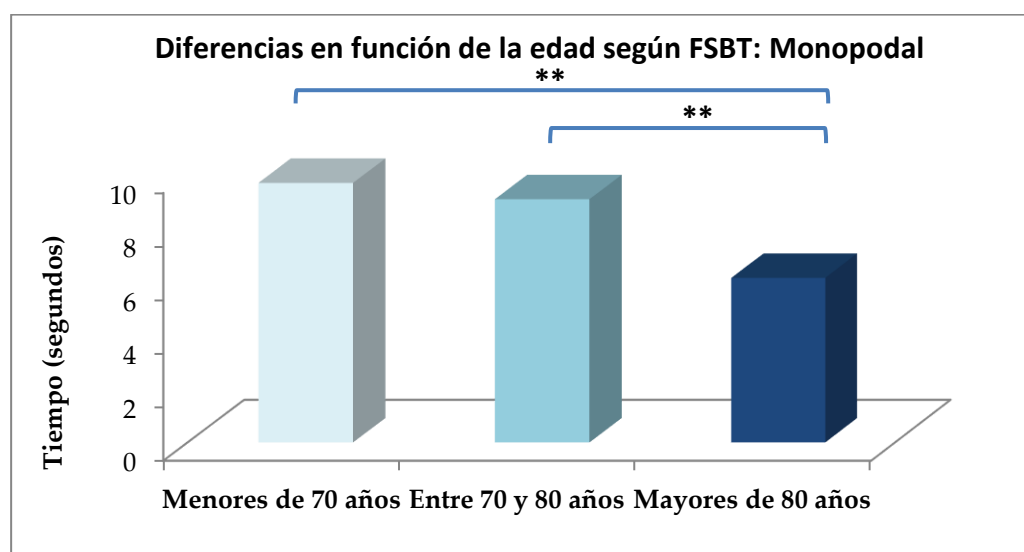


Gráfico 29.- Diferencias presentadas en la FSBT, en su apartado de apoyo monopodal, entre los participantes pertenecientes a los distintos grupos de edad. \*\*:  $p<0.01$ .

Se detectó que a medida que los grupos de edad son más mayores, disminuyen sus capacidades funcionales y obtienen peores resultados en todas las pruebas funcionales. En base a las diferencias observadas, dentro del grupo de edad de personas mayores de 80 años es donde comienzan a encontrarse mayores alteraciones de equilibrio.

### 5.1.2.- EVALUACIÓN INICIAL

Tal y como se ha comentado, al principio del estudio se llevó a cabo la evaluación inicial de todas las personas inscritas en el programa, quedando ubicadas en el grupo de intervención (GI) o en el grupo control (GC) después de realizarse el sorteo por parte de los técnicos del Ayto.

De los 117 participantes inscritos, 112 personas conformaron la muestra inicial. Tras realizar el sorteo, 59 personas se incluyeron en el GI y 53 fueron asignadas al GC. Cinco personas no fueron incluidas en el estudio por presentar algún criterio de exclusión.

Una vez realizada la evaluación inicial y tras haber valorado el nivel de actividad de cada individuo, el GI se subdividió en dos grupos, el grupo de intervención activo (GIA) y el grupo de intervención sedentario (GIS). De este modo, la muestra quedó dividida en sus tres grupos de intervención: el grupo GIA, formado por 28 personas, el grupo GIS de 31 personas y el GC de 53 personas. (*Imagen 18*).

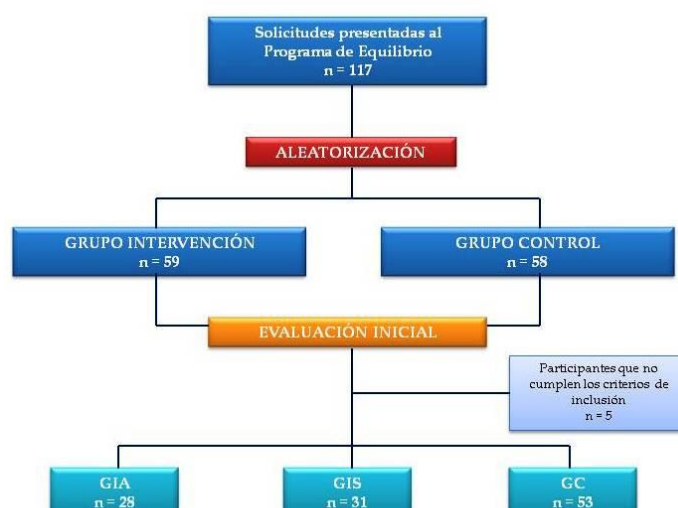


Imagen 18.- Diagrama de flujo al inicio del programa.

### 5.1.2.1.- VARIABLES SOMÁTICAS Y ANTROPOMÉTRICAS

La distribución por sexos dentro de los grupos se produjo de la siguiente manera: el grupo GIA estuvo conformado por 18 mujeres y 10 hombres, el grupo GIS se formó por 25 mujeres y 6 hombres y el GC estuvo formado por 41 mujeres y 12 hombres. (Gráfico 30).

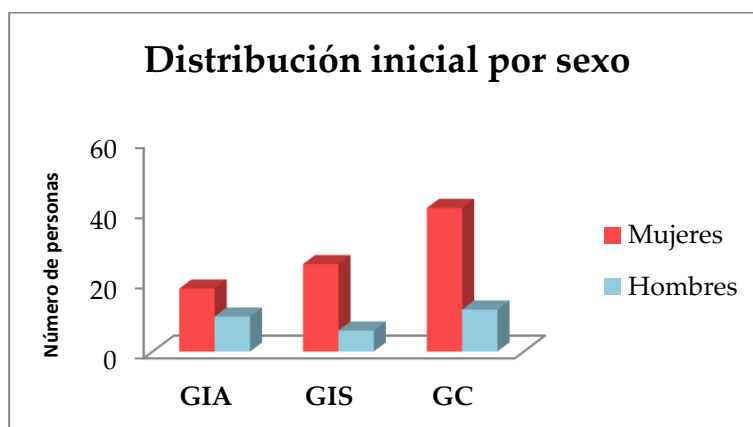


Gráfico 30.- Distribución de la muestra inicial por sexos.

La edad media en cada grupo fue la siguiente: en el GIA fue de 75.17 años, en el GIS fue de 77.02 años y en el GC la edad media fue de 74.61 años. En el GIA un 25% de las personas fueron menores de 70 años, un 54% se encontraron entre 70 y 80 años y un 21% fueron mayores de 80 años. En el GIS un 10% de las personas fueron menores de 70 años, un 61% se encontraron entre 70 y 80 años y un 29% fueron mayores de 80 años. En el GC un 30% de las personas fueron menores de 70 años, un 38% se encontraron entre 70 y 80 años y un 32% fueron mayores de 80 años. (Gráfico 31).

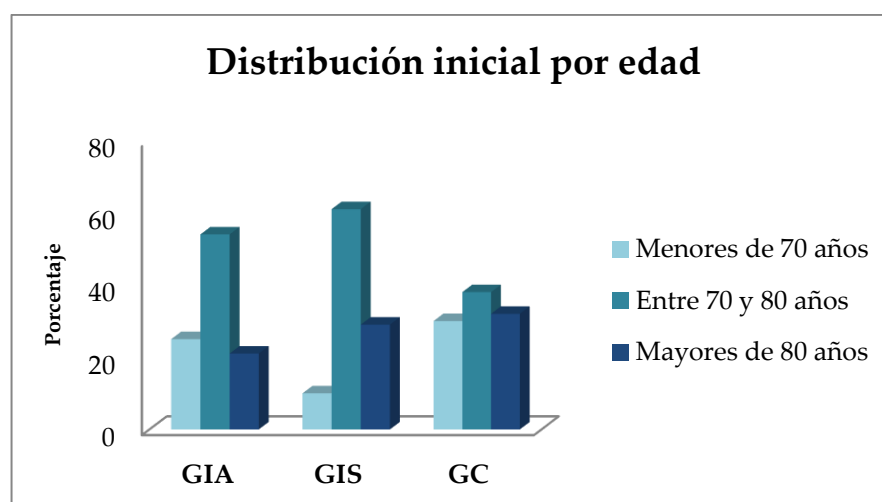


Gráfico 31.- Distribución de la muestra inicial por grupos de edad.

El peso medio en cada grupo fue el siguiente: en el GIA fue de 70.81 kg, en el GIS fue de 66.51 kg y en el GC la edad media fue de 67.30 kg. En el caso de la talla, la distribución fue la siguiente: la altura media en el GIA fue de 1.56 m, en el GIS fue de 1.54 m y en el GC fue de 1.55 m.

Atendiendo al IMC, el GIA obtuvo una puntuación media de 28.80 kg/m<sup>2</sup>, el GIS se encontró en un valor medio de 27.90 kg/m<sup>2</sup> y el GC alcanzó de media los 27.70 kg/m<sup>2</sup>. En el GIA, un 22% de las personas se encontraron en valores de normopeso, el 39% tuvieron sobrepeso y el 39% fueron obesas. En el GIS, un 13% de las personas se encontraron en valores de normopeso, el 55% tuvieron sobrepeso y el 32% fueron obesas. En el GC, un 23% de las personas se encontraron en valores de normopeso, el 51% tuvieron sobrepeso y el 26% fueron obesas. (Gráfico 32).

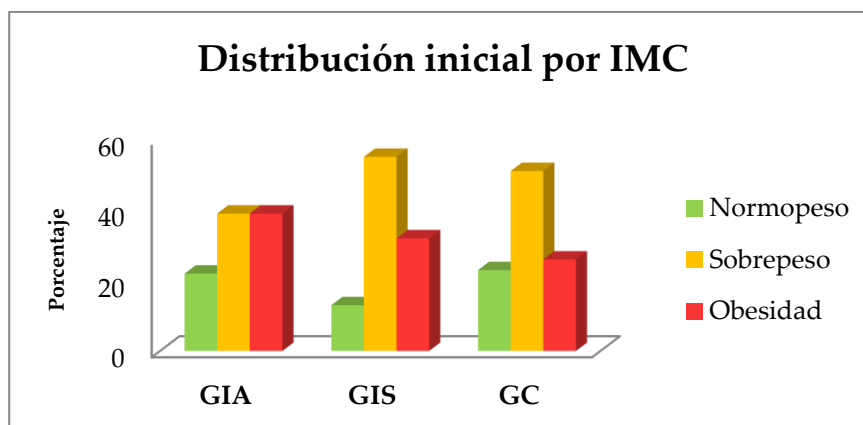


Gráfico 32.- Distribución de la muestra por IMC y por grupo.

La tasa de incidencia de caídas fue de 0.57 en el GIA, de 0.81 en el GIS y para el GC fue de 0.96 caídas por persona y año. Al categorizar las caídas, encontramos que dentro del GIA el 72% de las personas no sufrieron ninguna caída durante el último año, mientras que un 14% había sufrido una caída y un 14% sufrieron dos o más caídas. En el GIS el 74% de las personas no sufrieron ninguna caída durante el último año, mientras que un 6% había sufrido una caída y un 20% sufrieron dos o más caídas. En el GC el 68% de las personas no sufrieron ninguna caída durante el último año, mientras que un 15% había sufrido una caída y un 17% sufrieron dos o más caídas. (Gráfico 33).

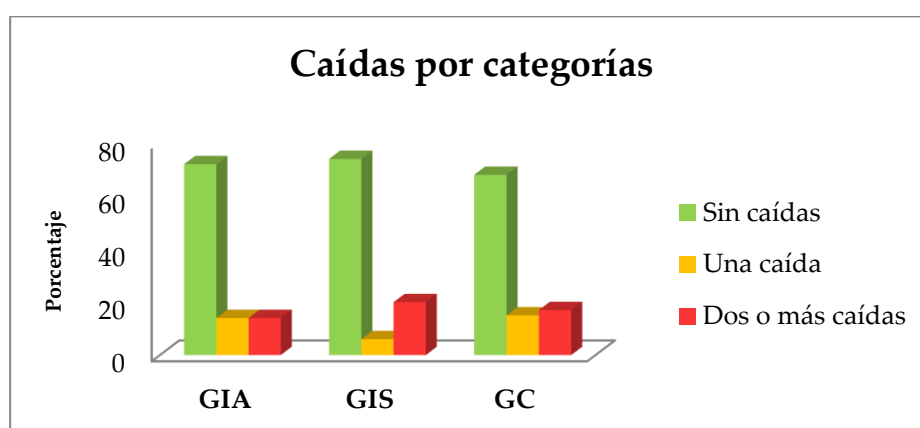


Gráfico 33.- Porcentaje de personas con o sin caídas dentro de cada categoría y grupo.



Al analizar los resultados obtenidos, no se encontraron diferencias significativas entre los grupos con respecto a las diferentes variables, por lo que se puede deducir que son grupos homogéneos en las diferentes variables somáticas y antropométricas. (Tabla 16).

ASPECTOS SOMÁTICOS Y ANTROPOMÉTRICOS				
	GIA n = 28	GIS n = 31	GC n = 53	p valor <sup>a</sup>
<b>Edad (en años)</b>	75,17 ± 6,74	77,02 ± 6,17	74,61 ± 6,66	ENS
<b>Grupos de edad</b>				
Menores de 70 años [n(%)]	7 (25%)	3 (10%)	16 (30%)	ENS
Entre 70 y 80 años [n(%)]	15 (54%)	19 (61%)	20 (38%)	ENS
Mayores de 80 años [n(%)]	6 (21%)	9 (29%)	17 (32%)	ENS
<b>Sexo</b>				
Mujeres [n (%)]	18 (64%)	25 (81%)	41 (77%)	ENS
Hombres [n (%)]	10 (36%)	6 (19%)	12 (23%)	ENS
<b>Peso (en kg)</b>	70,81 ± 11,62	66,51 ± 12,45	67,30 ± 11,22	ENS
<b>Talla (en m)</b>	1,56 ± 0,10	1,54 ± 0,09	1,55 ± 0,09	ENS
<b>IMC (en kg/m2)</b>	28,80 ± 3,80	27,90 ± 3,64	27,70 ± 3,49	ENS
<b>Grupos de IMC</b>				
Normopeso [n (%)]	6 (22%)	4 (13%)	12 (23%)	ENS
Sobrepeso [n (%)]	11 (39%)	17 (55%)	27 (51%)	ENS
Obesidad [n (%)]	11 (39%)	10 (32%)	14 (26%)	ENS
<b>Número de caídas</b>	0,57	0,81	0,96	ENS
<b>Grupos de caídas</b>				
Sin caídas [n (%)]	20 (72%)	23 (74%)	36 (68%)	ENS
Una caída [n (%)]	4 (14%)	2 (6%)	8 (15%)	ENS
Dos o más caídas [n (%)]	4 (14%)	6 (20%)	9 (17%)	ENS

Tabla 16.- Resultados obtenidos por los grupos de estudio en las diferentes variables somáticas y antropométricas. ENS: Estadísticamente no significativo. \*: Intergrupar.

---

### 5.1.2.2.- PRUEBAS FUNCIONALES

La puntuación media en la escala de Tinetti en la evaluación final fue de 27.21 puntos para el GIA, 25.97 puntos para el GIS y de 26.72 puntos para el GC de un total de 28 puntos. En su apartado de marcha, la puntuación media fue de 11.50 puntos en el GIA, 10.77 puntos en el GIS y de 11.17 puntos en el GC, siendo el total 12 puntos. En la parte de equilibrio la puntuación media recogida fue 15.71 puntos en el GIA, 15.19 puntos en el GIS y de 15.55 puntos en el GC, de un total de 16 puntos.

En el TUG se obtuvo una puntuación media de 8.26 segundos en el GIA, 9.67 segundos en el GIS y 8.35 segundos en el GC.

La puntuación media obtenida en el OLS con el pie derecho fue 15.25 segundos en el GIA, 12.99 segundos en el GIS y 17.20 segundos en el GC. En el caso del pie izquierdo, la puntuación media fue 15.94 segundos en el GIA, 12.75 segundos en el GIS y 18.29 segundos en el GC.

La FAB obtuvo una puntuación media de 28.43 puntos en el GIA, 25.74 puntos en el GIS y 27.85 puntos en el GC.

La puntuación media en el 30SCST fue de 11.39 levantamientos completos en el GIA, 10 en el GIS y 12.11 en el GC.

Por último, los resultados obtenidos en el FSBT se presentan en sus cuatro apartados. En el caso del apartado de pies juntos, todos los grupos obtuvieron la mayor puntuación posible (10 segundos). En el apartado de semitándem, la puntuación media obtenida fue 9.80 segundos en el GIA, 9.95 segundos en el GIS y el GC alcanzó la puntuación máxima de 10 segundos. La puntuación media obtenida en la prueba del tándem fue 8,02 segundos en el GIA, 7.39 segundos en el GIS y 9.10 segundos en el GC. En el

---

apoyo monopodal, la puntuación media fue de 8.93 segundos en el GIA, 8 segundos en el GIS 8.27 segundos en el GC.

Al analizar los resultados obtenidos por los grupos de estudio, observamos que el grupo GIS obtiene peores puntuaciones en todas las pruebas funcionales. Es algo asumible, ya que al estar formado por personas sedentarias, la falta de entrenamiento puede producir estas diferencias. Sin embargo, no se encuentran diferencias estadísticamente significativas en la mayor parte de las pruebas. Tan sólo aparecen diferencias significativas en los grupos en la prueba 30SCST. Al hacer el análisis de contrastes, se observa que estas diferencias se producen entre el GIS y el GC. Esto es algo esperable porque la prueba mide la condición física de los participantes y, en el caso del GIS, todos ellos son sedentarios mientras que en el GC, durante la evaluación inicial, encontramos participantes activos y sedentarios en la similares proporciones. Esto puede justificar las diferencias encontradas, aunque nos conduce a tomar con precaución los resultados obtenidos en esta prueba.

#### a.- Pruebas funcionales atendiendo a la edad

Los resultados obtenidos en las distintas pruebas funcionales por los diferentes grupos de edad establecidos se presentan en la tabla 17. En ella se puede observar que los grupos de edad más jóvenes obtienen en todas las pruebas mejores resultados que los mayores. No se observan grandes diferencias entre los menores de 70 años y el grupo de edad de entre 70 y 80 años. Las diferencias más notables aparecen a partir de los 80 años.

PRUEBAS FUNCIONALES				
	GIA n = 28	GIS n = 31	GC n =53	p valor*
<b>Tinetti: Marcha (en puntos)</b>	11.50 ± 0.84	10.77 ± 1.71	11.17 ± 1.24	ENS
<b>Tinetti: Equilibrio (en puntos)</b>	15.71± 0.54	15.19 ± 1.01	15.55 ± 0.82	ENS
<b>Tinetti: Total (en puntos)</b>	27.21 ± 0.92	25.97 ± 2.51	26.72 ± 1.79	ENS
<b>TUG (en segundos)</b>	8.26 ± 1.93	9.67 ± 4.69	8.35 ± 2.21	ENS
<b>OLS derecho (en segundos)</b>	15.25 ± 10.06	12.99 ± 10.10	17.20 ± 11.81	ENS
<b>OLS izquierdo (en segundos)</b>	15.94 ± 11.06	12.75 ± 9.72	18.29 ± 11.40	ENS
<b>FAB (en puntos)</b>	28.43 ± 6.05	25.74 ± 7.74	27.85 ± 6.47	ENS
<b>30SCST (en intentos)</b>	11.39 ± 2.67	10.00 ± 2.67	12.11± 4.07	0.026
<b>FSBT: Pies juntos (en segundos)</b>	10	10	10	ENS
<b>FSBT: Semitándem (en segundos)</b>	9.80 ± 0.73	9.95 ± 0.30	10	ENS
<b>FSBT: Tándem (en segundos)</b>	8.02 ± 3.08	7.39 ± 3.62	9.10 ± 2.08	ENS
<b>FSBT: Monopodal (en segundos)</b>	8.93 ± 4.49	8.00 ± 2.83	8.27 ± 2.76	ENS

Tabla 17.- Valores obtenidos en las diferentes pruebas funcionales durante la evaluación inicial.  
Valores expresados en su M ± DT. ENS: Estadísticamente no significativo. \*: Intergrupar.

Al analizar los resultados de los grupos de estudio dentro de cada categoría de edad, se observa que son homogéneos en la mayoría de las pruebas. (Tabla 18). Tan sólo aparecen diferencias estadísticamente significativas en el 30SCST, concretamente en el grupo de edad de entre 70 y 80 años. De nuevo aquí se observa que el GIS obtiene puntuaciones más bajas que los otros dos grupos, probablemente debido a la falta de práctica física. Por lo tanto, nos obliga a tomar los resultados obtenidos en esta prueba con precaución dentro de este grupo de edad.

PRUEBAS FUNCIONALES ATENDIENDO A LA EDAD				
	GIA n = 28	GIS n = 31	GC n =53	p valor*
<b>Tinetti: Marcha (en puntos)</b>				
Menores de 70 años	11.57 ± 0.79	11.67 ± 0.58	11.67 ± 0.49	ENS
Entre 70 y 80 años	11.47 ± 0.74	11.16 ± 1.21	11.26 ± 1.24	ENS
Mayores de 80 años	11.50 ± 1.23	9.67 ± 2.35	10.44 ± 1.50	ENS
<b>Tinetti: Equilibrio (en puntos)</b>				
Menores de 70 años	15.71 ± 0.49	15.67 ± 0.58	15.80 ± 0.41	ENS
Entre 70 y 80 años	15.80 ± 0.58	15.32 ± 0.89	15.58 ± 0.96	ENS
Mayores de 80 años	15.50 ± 0.55	14.78 ± 1.30	15.44 ± 0.73	ENS
<b>Tinetti: Total (en puntos)</b>				
Menores de 70 años	27.29 ± 0.76	27.33 ± 1.16	27.47 ± 0.64	ENS
Entre 70 y 80 años	27.27 ± 0.96	26.47 ± 1.93	26.84 ± 2.01	ENS
Mayores de 80 años	27 ± 1.10	24.44 ± 3.32	25.88 ± 2.07	ENS
<b>TUG (en segundos)</b>				
Menores de 70 años	7.16 ± 1.84	6.81 ± 0.76	7.02 ± 1.59	ENS
Entre 70 y 80 años	8.07 ± 1.68	8.18 ± 2.14	7.93 ± 1.43	ENS
Mayores de 80 años	10.01 ± 1.64	13.78 ± 6.70	9.53 ± 2.09	ENS
<b>OLS derecho (en segundos)</b>				
Menores de 70 años	20.59 ± 9.44	25.78 ± 7.32	23.15 ± 10.06	ENS

Entre 70 y 80 años	15.07 ± 10.25	14.39 ± 9.76	21.50 ± 10.71	ENS
Mayores de 80 años	10.38 ± 8.96	5.92 ± 5.62	7.43 ± 7.42	ENS
<b>OLS izquierdo (en segundos)</b>				
Menores de 70 años	17.72 ± 9.93	21.76 ± 14.28	25.10 ± 8.36	ENS
Entre 70 y 80 años	16.19 ± 11.87	14.07 ± 9.28	21.80 ± 10.03	ENS
Mayores de 80 años	13.53 ± 11.51	7.12 ± 6.18	9.11 ± 9.05	ENS
<b>FAB (en puntos)</b>				
Menores de 70 años	32.57 ± 2.07	34 ± 4.36	30.73 ± 13.53	ENS
Entre 70 y 80 años	27.73 ± 6.36	27.63 ± 6.07	29.79 ± 5.74	ENS
Mayores de 80 años	25.33 ± 6.47	19 ± 7.21	23.25 ± 6.30	ENS
<b>30SCST (en intentos)</b>				
Menores de 70 años	12.14 ± 4.14	10 ± 1	13.53 ± 4.90	ENS
Entre 70 y 80 años	11.60 ± 1.99	10.47 ± 1.95	12.79 ± 3.36	0.027
Mayores de 80 años	10 ± 1.90	9 ± 4.03	10.69 ± 2.87	ENS
<b>FSBT: Pies juntos (en segundos)</b>				
Menores de 70 años	10	10	10	ENS
Entre 70 y 80 años	10	10	10	ENS
Mayores de 80 años	10	10	10	ENS
<b>FSBT: Semitándem (en segundos)</b>				
Menores de 70 años	10	10	10	ENS
Entre 70 y 80 años	9.63 ± 0.97	9.91 ± 0.39	10	ENS
Mayores de 80 años	10	10	10	ENS
<b>FSBT: Tándem (en segundos)</b>				
Menores de 70 años	10	7.37 ± 4.56	9.57 ± 1.66	ENS
Entre 70 y 80 años	7.17 ± 3.30	8.12 ± 3.17	9.29 ± 1.75	ENS
Mayores de 80 años	7.82 ± 3.61	5.85 ± 4.17	8.62 ± 2.62	ENS
<b>FSBT: Monopodal (en segundos)</b>				
Menores de 70 años	10	8.96 ± 1.80	9.49 ± 1.73	ENS
Entre 70 y 80 años	9.28 ± 5.62	8,93 ± 2.04	9.28 ± 1.78	ENS
Mayores de 80 años	6.83 ± 3.62	5.70 ± 3.39	6.27 ± 3.32	ENS

Tabla 18.- Valores obtenidos en las diferentes pruebas funcionales atendiendo a su edad y grupo. ENS: Estadísticamente no significativo. \*: Intergrupar.

---

### 5.1.3.- ADHERENCIA AL PROGRAMA

El programa de Equilibrio se desarrolló con normalidad desde octubre de 2016 hasta mayo de 2017. Se desarrollaron las 24 sesiones tal y como estaba previsto.

De las 112 personas que iniciaron el estudio, solo lo completaron 58, es decir, el 52% de la muestra inicial. Tras la revisión inicial, 21 personas fueron excluidas del GC por no cumplir con los requisitos de actividad física establecidos, por lo que, un 19% de los participantes abandonaron el estudio. Las personas que abandonaron el estudio dentro del grupo de intervención (GIA y GIS) fueron 19, un 17% de la muestra inicial, frente a un 12% (14 personas) que pertenecían al GC. Del GIA abandonaron 10 personas (9%) y del GIS abandonaron 9 personas (8%).

De los 58 sujetos que acudieron a la revisión final, el 31% pertenecían al GIA (10 mujeres y 8 hombres), el 38% pertenecían al GIS (19 mujeres y 3 hombres) y el 31% eran del GC (12 mujeres y 6 hombres).

La asistencia media del GIA, teniendo en cuenta a todos los individuos que comenzaron el estudio, fue de un  $73.76 \pm 26.81\%$ . Un total de 6 participantes (24%) completaron menos del 70% de asistencias, 7 participantes (29%) tuvieron menos del 75% y 9 participantes (36%) asistieron a menos del 80% de sesiones.

Teniendo en cuenta a los participantes del GIA que completaron el estudio y asistieron a las dos evaluaciones, la asistencia media fue del  $84.33 \pm 18.10\%$ . Fueron un total de 18 personas (un 31.03% de los asistentes que terminaron el estudio). El asistente que menor participación tuvo lo hizo con un total de 4 sesiones (17%), mientras que dos personas asistieron a todas las sesiones

(100%). Sólo una persona completó menos del 75% de las sesiones y, si tenemos en cuenta el 80% de asistencias, sólo fueron dos personas las que no lo superaron.

La asistencia media del GIS, teniendo en cuenta a todos los individuos que comenzaron el estudio, fue de un  $76.72 \pm 18.64\%$ . Un total de 6 participantes (21%) completaron menos del 70% de asistencias, 10 participantes (34%) tuvieron menos del 75% y 17 participantes (59%) asistieron a menos del 80% de sesiones.

Teniendo en cuenta a los participantes del GIS que completaron el estudio y asistieron a las dos evaluaciones, la asistencia media fue del  $83.55 \pm 9.77\%$ . Fueron un total de 22 personas (un 37.93% de los asistentes que terminaron el estudio). El asistente que menor participación tuvo lo hizo con un total de 15 sesiones (63%), mientras que dos personas asistieron a 23 de las sesiones (96%). Dos personas asistieron a menos del 70% de las sesiones, 4 lo hicieron a menos del 75 % y fueron 10 personas las que asistieron a menos del 80%.



## 5.1.3.1.- DIAGRAMA DE FLUJO

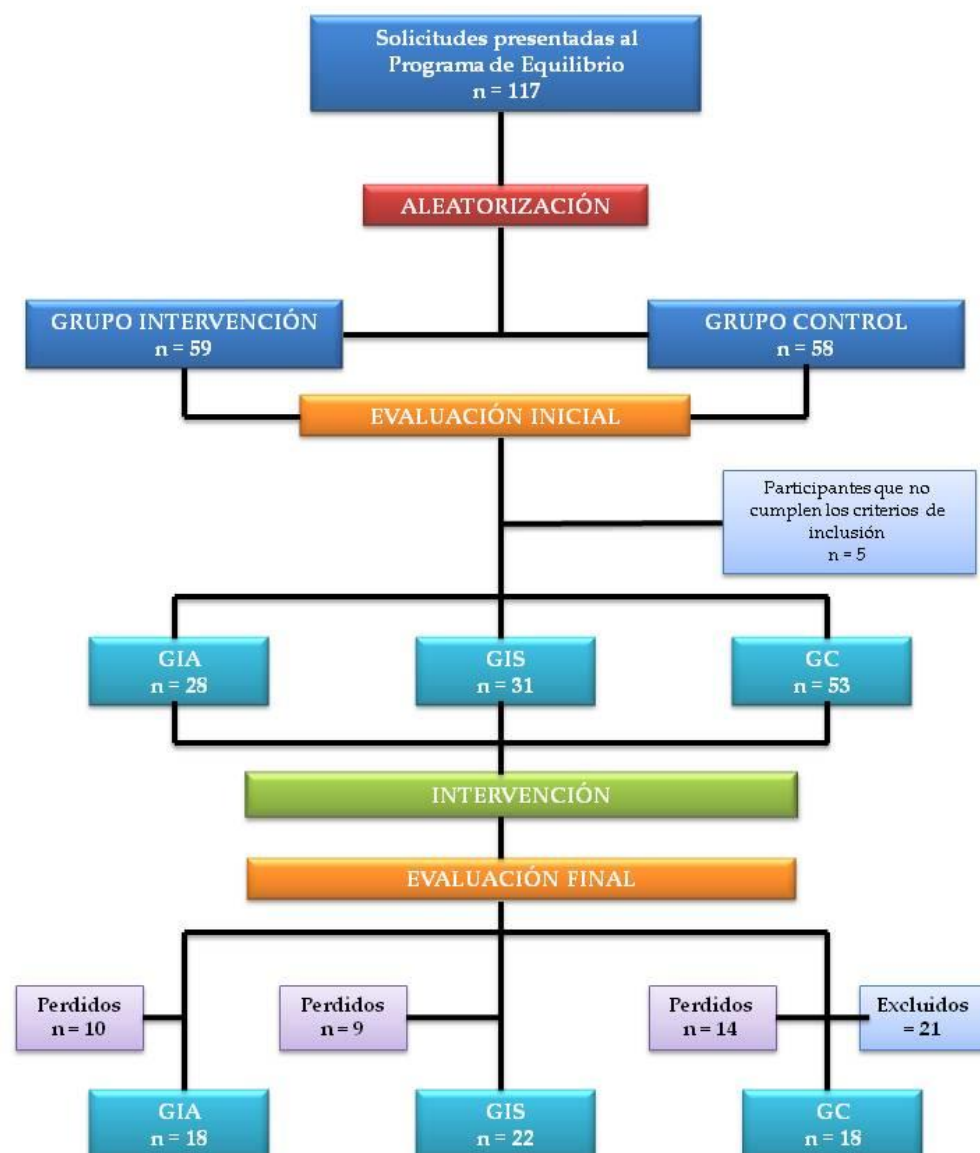


Imagen 19.- Diagrama de flujo de los participantes durante el estudio.

## 5.2.- RESULTADOS INFERENCIALES

### 5.2.1.- EFECTO DE LA INTERVENCIÓN EN LAS PRUEBAS FUNCIONALES

Se analiza el efecto del Programa de Equilibrio en los diferentes grupos de estudio, GIA, GIS y GC, según los resultados obtenidos en las diferentes escalas de equilibrio y riesgo de caídas, antes y después de la intervención. Los resultados de la intervención se muestran en la tabla 19, en la que se pueden ver resultados estadísticamente significativos en algunas pruebas funcionales.

Variable	Est. <sup>1</sup>	Sign. <sup>2</sup>	M	DT	Est. <sup>3</sup>	Sign. <sup>4</sup>
Test de Tinetti, marcha						
Inicial	.68	<.001	11.14	1.32	-2.50	.012
Final	.50	<.001	11.53	1.08		
Test de Tinetti, equilibrio						
Inicial	.64	<.001	15.49	.84	-3.27	.001
Final	.45	<.001	15.83	.43		
Test de Tinetti, puntuación total						
Inicial	.70	<.001	26.63	1.90	-3.54	<.001
Final	.56	<.001	27.36	1.29		
Timed Up&Go Test						
Inicial	.76	<.001	8.69	3.09	-.93	.355
Final	.80	<.001	8.07	2.53		
Tiempo de estancia unipodal sobre el pie derecho						
Inicial	.85	<.001	15.57	11.00	-4.05	<.001
Final	.78	<.001	20.70	10.83		
Tiempo de estancia unipodal sobre el pie izquierdo						
Inicial	.84	<.001	16.20	11.03	-4.41	<.001
Final	.77	<.001	20.47	10.96		

Escala Avanzada de Equilibrio de Fullerton						
Inicial	.96	.001	27.41	6.77	-5.72	<.001
Final	.86	<.001	33.17	6.83		
30 Second Chair Stand Test						
Inicial	.92	<.001	11.35	3.49	-3.51	<.001
Final	.97	.249	12.90	3.25		
Four-Stage Balance Test: monopodal						
Inicial	.67	<.001	8.36	3.28	-1.80	.072
Final	.53	<.001	8.99	2.20		
Four-Stage Balance Test: tándem						
	.61	<.001	8.35	2.91	-1.44	.149
	.45	<.001	9.02	2.49		
Four-Stage Balance Test: semi-tándem						
Inicial	.15	<.001	9.94	.40	0	1
Final	.11	<.001	9.90	.77		
Four-Stage Balance Test: pies juntos						
Inicial.	cte.	-	10.00	-	0	1
Final	cte.	-	10.00	-		

Tabla 19.- Comparación de medias de los resultados obtenidos entre las evaluaciones inicial y final en los dos grupos de intervención. 1: Prueba de normalidad Shapiro-Wilk. 2: Significación de la prueba. 3: W-Wilcoxon. 4: Significación W-Wilcoxon. Riesgo  $\alpha=.05$ . En verde, los resultados estadísticamente significativos.

En la tabla 20 se pueden observar las relaciones intergrupales de los resultados obtenidos en las diferentes pruebas funcionales.

Variable	Est. <sup>1</sup>	Sign. <sup>2</sup>	M	DT	Est. <sup>3</sup>	Sign. <sup>4</sup>
Test de Tinetti: Marcha. Diferencia						
GIS	.87	.008	.77	1.31	2.13	.345
GIA	.73	<.001	.39	.92		
GC	.87	.242	.33	2.73		
Test de Tinetti: Equilibrio. Diferencia						
GIS	.72	<.001	5.00	.60	2.68	.261
GIA	.52	<.001	.22	.43		
GC	.87	.212	.17	.75		

Puntuación total del Test de Tinetti. Diferencia							
GIS	.81	.001	1.27	1.39	2.58	.275	
GIA	.73	<.001	.61	.85			
GC	.93	.557	.50	3.21			
Timed Up&Go Test. Diferencia.							
GIS	.96	.540	-.82	2.17	.71	.496	
GIA	.97	.840	-.63	2.27			
GC	.97	.865	.37	1.78			
Tiempo de estancia unipodal sobre el pie derecho. Diferencia.							
GIS-①	.92	.093	8.54	9.28	7.09	.029	
GIA-②	.89	.034	5.69	6.86		.372(①=②) <sup>5</sup>	
GC-③	.61	.001	-1.83	5.07		.014(①>③) <sup>5</sup> .017(②>③) <sup>5</sup>	
Tiempo de estancia unipodal sobre el pie izquierdo. Diferencia.							
GIS-①	.86	.005	7.67	8.05	7.64	.022	
GIA-②	.85	.007	7.65	8.69		.791(①=②) <sup>5</sup>	
GC-③	.88	.275	-.57	2.04		.007(①>③) <sup>5</sup> .013(②>③) <sup>5</sup>	
Escala Avanzada de Equilibrio de Fullerton. Diferencia.							
GIS-①	.94	.210	9.00	4.88	15.67	<.001	
GIA-②	.86	.014	6.39	4.41		.024(①>②) <sup>5</sup>	
GC-③	.90	.378	.17	2.56		<.001(①>③) <sup>5</sup> .002(②>③) <sup>5</sup>	
30 Second Chair Stand Test. Diferencia.							
GIS-①	.94	.239	2.72	2.68	8.23	.001	
GIA-②	.93	.163	2.44	2.41		1.000(①=②) <sup>5</sup>	
GC-③	.93	.586	-2.18	3.54		.001(①>③) <sup>5</sup> .003(②>③) <sup>5</sup>	
Four-Stage Balance Test: Monopodal. Diferencia.							
GIS	.71	<.001	.80	1.73	4.47	.107	
GIA	.68	<.001	1.24	2.63			
GC	.96	.839	-1.01	1.85			
Four-Stage Balance Test: Tándem. Diferencia.							
GIS-①	.76	<.001	1.53	3.03	6.17	.046	
GIA-②	.63	<.001	.90	2.87		.221(①=②) <sup>5</sup>	
GC-③	.70	.007	-1.92	3.08		.022(①>③) <sup>5</sup> .099(②=③) <sup>5</sup>	

Four-Stage Balance Test: Semi-tándem. Diferencia.							
GIS	.22	<.001	.08	.36	195.50	.857	
GIA	.25	<.001	.16	.68			
GC	cte.	-	-	-			
Four-Stage Balance Test: Pies juntos. Diferencia.							
GIS	cte.	-	-	-	-	-	
GIA	cte.	-	-	-			
GC	cte.	-	-	-			

Tabla 20.- Comparación de medias de los resultados obtenidos entre las evaluaciones inicial y final entre los tres grupos de intervención: GIA, GIS y GC. 1: Prueba de normalidad Shapiro-Wilk. 2: Significación de la prueba. 3: Análisis de la varianza, F-Snedecor, H-Kruskal-Wallis. 4: Significación de la comparación de medias, U-Mann-Whitney. 5: Significación a ( $\alpha^*=0.016$ ). Riesgo  $\alpha=0.05$ . ①: GIS. ②: GIA. ③: GC. En verde, los resultados estadísticamente significativos.

A continuación se detallan los resultados obtenidos en cada una de las pruebas funcionales, tanto los resultados intragrupal como los intergrupales.

En la escala de Tinetti, en su apartado de marcha, aparecieron diferencias significativas en el GIA ( $W=-1.73$ ,  $p=0.084$ ) y en el GIS ( $W=-2.35$ ,  $p=0.019$ ). No se encontraron diferencias significativas en el GC. Tampoco se detectaron diferencias significativas intergrupales. (Gráfico 34).

En la escala de Tinetti, en su apartado de equilibrio, se observaron diferencias altamente significativas en el GIA ( $W=-3.86$ ,  $p<0.001$ ) y en el GIS ( $W=-4.17$ ,  $p<0.001$ ). No se encontraron diferencias significativas en el GC. Tampoco se detectaron diferencias significativas intergrupales. (Gráfico 34).

En la puntuación total de la escala de Tinetti, aparecieron diferencias altamente significativas en el GIA ( $W=-2.64$ ,  $p=0.008$ ) y en el GIS ( $W=-3.09$ ,  $p=0.02$ ). No se encontraron diferencias significativas en el GC. Tampoco se detectaron diferencias significativas intergrupales. (Gráfico 34).

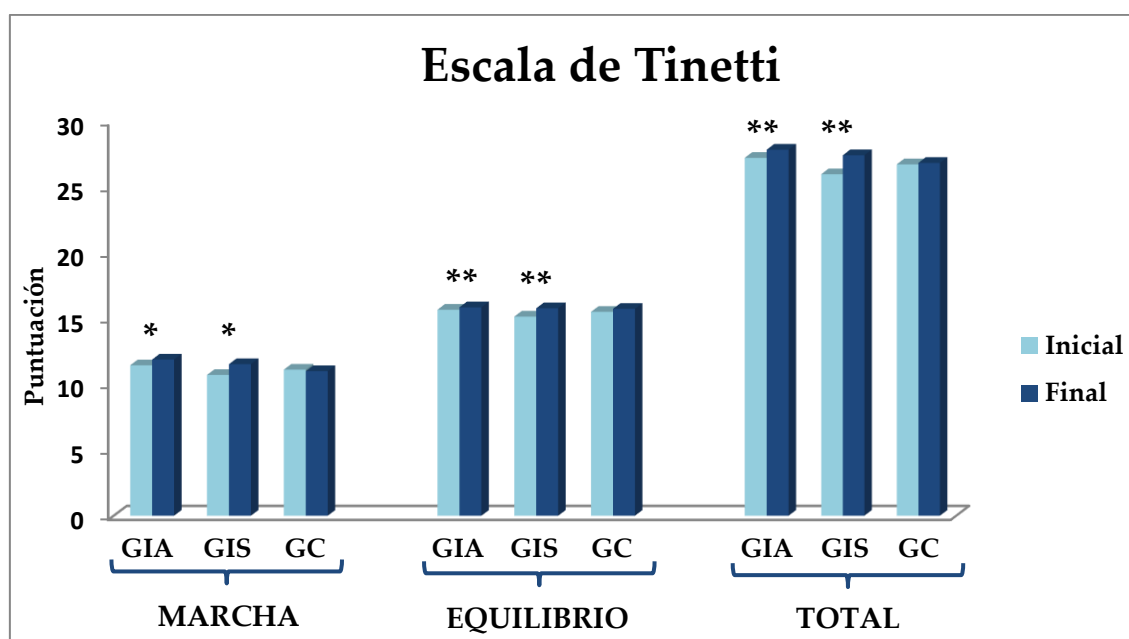


Gráfico 34.- Diferencias encontradas en la puntuación de la escala de Tinetti en las valoraciones inicial y final entre los distintos grupos de intervención. \*:  $p < 0.05$ ; \*\*:  $p < 0.01$ . Encima de las barras las diferencias entre antes y después intragrupal.

En el OLS sobre el pie derecho, aparecieron diferencias altamente significativas en el GIA ( $W = -2.98$ ,  $p = 0.003$ ) y en el GIS ( $W = -3.18$ ,  $p = 0.001$ ). No se encontraron diferencias significativas en el GC. Se evidenciaron diferencias significativas ( $F = 7.09$ ,  $p = 0.029$ ) al realizar el análisis intergrupar. Esas diferencias se concretan entre el GIS y el GC ( $p = 0.014$ ), y entre el GIA y el GC ( $p = 0.017$ ) (Gráfico 35).

En el OLS sobre el pie izquierdo, aparecieron diferencias altamente significativas en el GIA ( $W = -3.22$ ,  $p = 0.001$ ) y en el GIS ( $W = -3.59$ ,  $p < 0.001$ ). No se encontraron diferencias significativas en el GC. Se evidenciaron diferencias significativas ( $\chi^2 = 7.64$ ,  $p = 0.022$ ) al realizar el análisis intergrupar. Esas diferencias se concretan entre el GIS y el GC ( $p = 0.007$ ), y entre el GIA y el GC ( $p = 0.013$ ) (Gráfico 35).

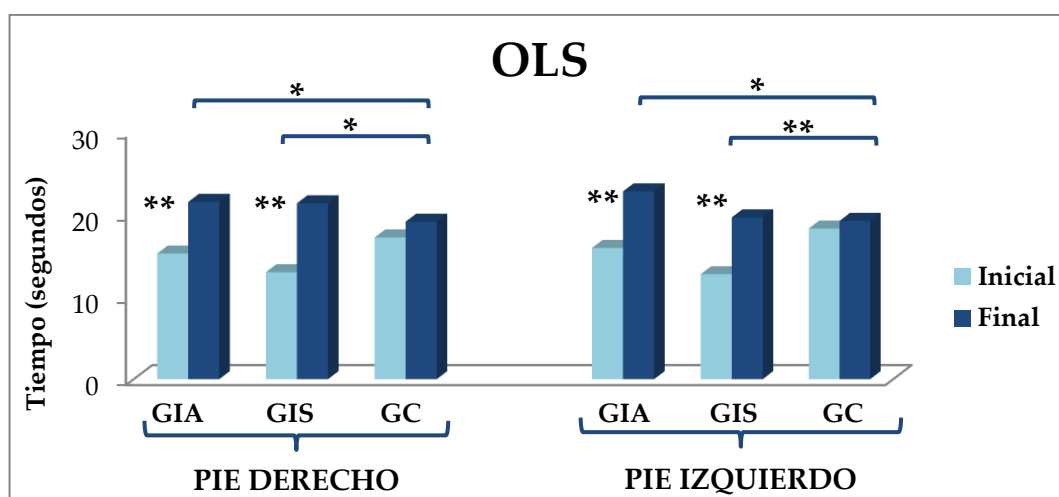


Gráfico 35.- Diferencias encontradas en el OLS sobre el pie derecho y el izquierdo en las valoraciones inicial y final entre los distintos grupos de intervención. \*:  $p < 0.05$ ; \*\*:  $p < 0.01$ . Encima de las barras, indica las diferencias intragrupalas. Unido con una línea superior las diferencias intergrupales.

En la FAB, se apreciaron diferencias altamente significativas en el GIA ( $W = -3.74$ ,  $p < 0.001$ ) y en el GIS ( $W = -4.08$ ,  $p < 0.001$ ). No se observaron diferencias en el GC. Se evidenciaron diferencias altamente significativas ( $\chi^2 = 15.67$ ,  $p < 0.001$ ) al realizar el análisis intergrupar. Esas diferencias se concretan entre el GIS y el GC ( $p < 0.001$ ), y entre el GIA y el GC ( $p = 0.002$ ) (Gráfico 36).

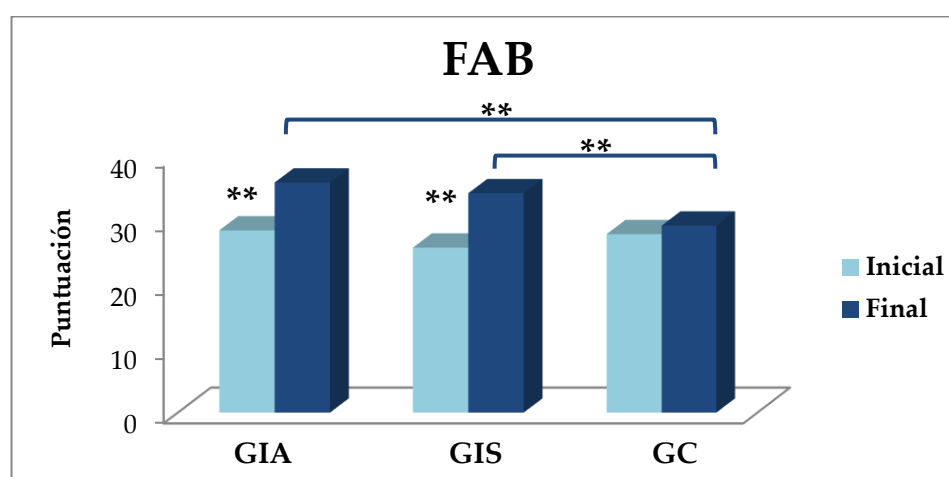


Gráfico 36.- Diferencias encontradas en la FAB en las valoraciones inicial y final entre los distintos grupos de intervención. \*\*:  $p < 0.01$ . Encima de las barras las diferencias entre antes y después intragrupalas. Unido con una línea superior las diferencias intergrupales.

En el 30SCST, hubo diferencias altamente significativas en el GIA ( $W=-3.18$ ,  $p=0.001$ ) y en el GIS ( $W=-3.52$ ,  $p<0.001$ ). No se encontraron diferencias en el GC. Al realizar el análisis intergrupar se detectaron diferencias altamente significativas ( $\chi^2=8.23$ ,  $p=0.001$ ). Esas diferencias se concretan entre el GIS y el GC ( $p<0.001$ ), y entre el GIA y el GC ( $p=0.003$ ) (Gráfico 37).

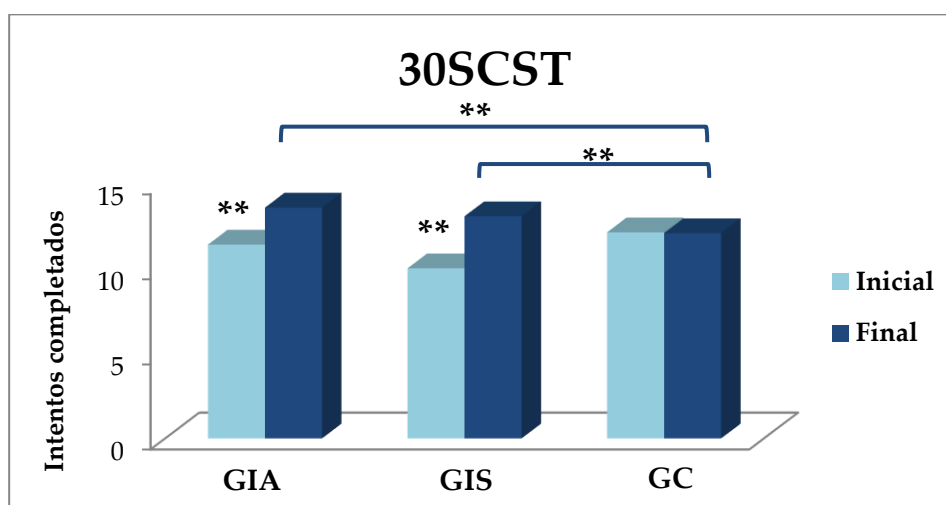


Gráfico 37.- Diferencias encontradas en el 30SCST en las valoraciones inicial y final entre los distintos grupos de intervención. \*\*:  $p<0.01$ . Encima de las barras las diferencias entre antes y después intragrupal. Unido con una línea superior las diferencias intergrupales.

En el FSBT se encontraron diferencias significativas en el GIS, concretamente en su apartado de tándem ( $W=-2.19$ ,  $p=0.028$ ) y en el apartado monopodal ( $W=-2.19$ ,  $p=0.028$ ). No se encontraron diferencias significativas ni en el GIA ni en el GC. Al realizar el análisis intergrupar se detectaron diferencias significativas ( $\chi^2=6.17$ ,  $p=0.046$ ) en el apartado de tándem. Esas diferencias se concretan entre el GIS y el GC ( $p=0.022$ ) (Gráfico 38).



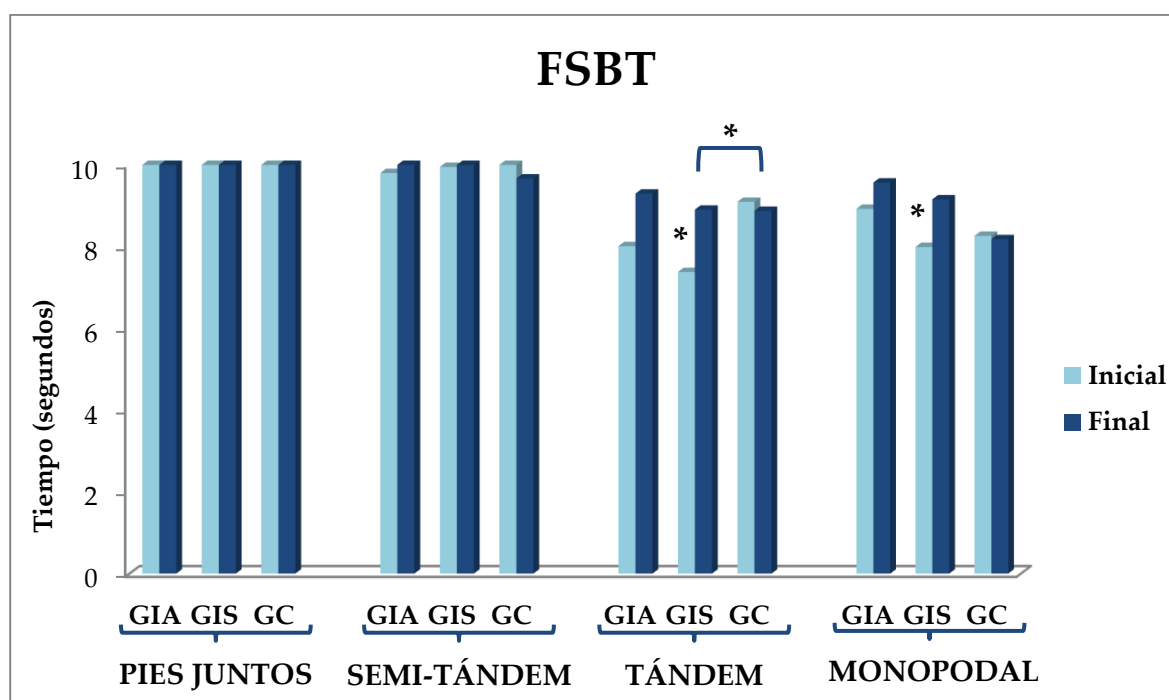


Gráfico 38.- Diferencias encontradas en el 30SCST en las valoraciones inicial y final entre los distintos grupos de intervención. \*:  $p < 0.05$ . Encima de las barras las diferencias encontradas antes y después intragrupalmente. Unido con una línea superior las diferencias intergrupales.

En el TUG no se detectaron diferencias significativas intragrupalmente o intergrupales. (Gráfico 39).

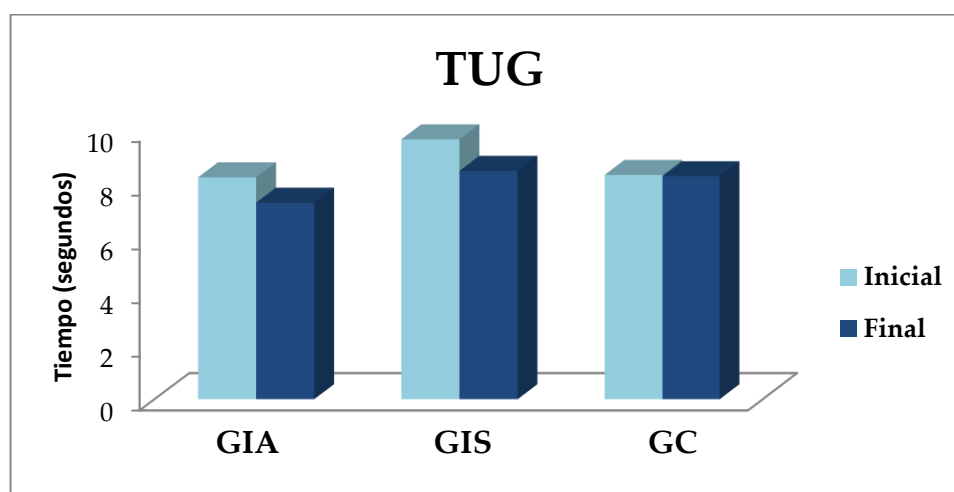


Gráfico 39.- Diferencias encontradas en el TUG en las valoraciones inicial y final entre los distintos grupos de intervención. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas.

### 5.2.2.- EFECTO DE LA INTERVENCIÓN EN FUNCIÓN DE LA EDAD

Los participantes del estudio fueron divididos en tres categorías en función de su edad. Estas categorías fueron: los participantes menores de 70 años, los participantes que se encontraban entre 70 y 80 años, y los mayores de 80 años.

En la escala de Tinetti, en su apartado de marcha, se encontraron diferencias significativas ( $W=-2.04$ ,  $p=0.041$ ) en el grupo de entre 70 y 80 años dentro del GIS. No se encontraron diferencias intergrupales atendiendo a esta prueba. (Tabla 21).

	GIA			GIS			GC			Anova	p valor**
	Inicial	Final	p valor*	Inicial	Final	p valor*	Inicial	Final	p valor*		
Menores de 70 años	11.57	12	ENS	11.67	12	ENS	11.67	11.43	ENS	0.59	0.743
Entre 70 y 80 años	11.47	12	ENS	11.16	11.86	0.041	11.26	11.67	ENS		
Mayores de 80 años	11.50	11.75	ENS	9.67	10.83	ENS	10.44	9.80	ENS		

Tabla 21.- Resultados de la intervención sobre la escala de Tinetti en su apartado de marcha por grupos de edad y por grupos de intervención. Valores medidos con la media en la puntuación antes y después de la intervención. \*: Intragrupal. \*\*: Intergrupal. ENS: Estadísticamente no significativo. En verde, resultados estadísticamente significativos.

En el apartado de equilibrio de la escala de Tinetti, se observaron diferencias significativas ( $W=-2.24$ ,  $p=0.025$ ) en el grupo de entre 70 y 80 años dentro del GIS. No se encontraron diferencias intergrupales atendiendo a esta prueba. (Tabla 22).

	GIA			GIS			GC			Anova	p valor**
	Inicial	Final	p valor*	Inicial	Final	p valor*	Inicial	Final	p valor*		
Menores de 70 años	15.71	16	ENS	15.67	16	ENS	15.80	15.86	ENS	5.08	0.079
Entre 70 y 80 años	15.80	15.89	ENS	15.32	15.86	0.025	15.58	15.83	ENS		
Mayores de 80 años	15.50	15.75	ENS	14.78	15.67	ENS	15.44	15.60	ENS		

Tabla 22.- Resultados de la intervención sobre la escala de Tinetti en su apartado de equilibrio por grupos de edad y por grupos de intervención. Valores medidos con la media en la puntuación antes y después de la intervención. \*: Intragrupal. \*\*: Intergrupal. ENS: Estadísticamente no significativo. En verde, resultados estadísticamente significativos.

Para la puntuación total del test de Tinetti, se encontraron diferencias significativas en el grupo de entre 70 y 80 años dentro del GIS ( $W=-2.23$ ,  $p=0.026$ ) y en el grupo de mayores de 80 años, también dentro del GIS ( $W=-2.04$ ,  $p=0.041$ ). No se encontraron diferencias intergrupales atendiendo a esta prueba. (Tabla 23).

	GIA			GIS			GC			Anova	p valor**
	Inicial	Final	p valor*	Inicial	Final	p valor*	Inicial	Final	p valor*		
Menores de 70 años	27.29	28	ENS	27.33	28	ENS	27.47	27.29	ENS	3.02	0.221
Entre 70 y 80 años	27.27	27.89	ENS	26.47	27.71	0.026	26.84	27.50	ENS		
Mayores de 80 años	27	27.50	ENS	24.44	26.50	0.041	25.88	25.40	ENS		

Tabla 23.-Resultados de la intervención sobre la escala de Tinetti en su puntuación total por grupos de edad y por grupos de intervención. Valores medidos con la media en la puntuación antes y después de la intervención. \*: Intragrupal. \*\*: Intergrupal. ENS: Estadísticamente no significativo. En verde, resultados estadísticamente significativos.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los grupos de edad en cuanto al TUG. No se encontraron diferencias intergrupales atendiendo a esta prueba.

En el OLS sobre el pie derecho se encontraron diferencias significativas en el grupo de entre 70 y 80 años ( $W=-2.35$ ,  $p=0.019$ ) y en el de mayores de 80 años ( $W=-2.20$ ,  $p=0.028$ ) dentro del GIS. No se encontraron diferencias intergrupales atendiendo a esta prueba. (Tabla 24).

	GIA			GIS			GC			Anova	p valor**
	Inicial	Final	p valor*	Inicial	Final	p valor*	Inicial	Final	p valor*		
Menores de 70 años	20.59	26.48	ENS	25.78	26.77	ENS	23.15	24.22	ENS	0.67	0.717
Entre 70 y 80 años	15.07	20.52	ENS	14.39	24.54	0.019	21.50	25.91	ENS		
Mayores de 80 años	10.38	17.49	ENS	5.92	12.07	0.028	7.43	3.78	ENS		

Tabla 24.- Resultados de la intervención en el OLS sobre el pie derecho por grupos de edad y por grupos de intervención. Valores medidos con la media en la puntuación antes y después de la intervención. \*: Intragrupal. \*\*: Intergrupala. ENS: Estadísticamente no significativo. En verde, resultados estadísticamente significativos.

En el OLS sobre el pie izquierdo se encontraron diferencias significativas dentro del GIS en el grupo de menores de 70 años ( $W=-2.02$ ,  $p=0.043$ ) y en el de entre 70 y 80 años ( $W=-2.93$ ,  $p=0.003$ ). No se encontraron diferencias intergrupales atendiendo a esta prueba. (Tabla 25).

	GIA			GIS			GC			Anova	p valor**
	Inicial	Final	p valor*	Inicial	Final	p valor*	Inicial	Final	p valor*		
Menores de 70 años	17.72	25.22	ENS	21.76	30	0.043	25.10	26.60	ENS	1.45	0.484
Entre 70 y 80 años	16.19	24.35	ENS	14.07	20.43	0.003	21.80	22.29	ENS		
Mayores de 80 años	13.53	16.18	ENS	7.12	14.30	ENS	9.11	5.15	ENS		

Tabla 25.- Resultados de la intervención en el OLS sobre el pie izquierdo por grupos de edad y por grupos de intervención. Valores medidos con la media en la puntuación antes y después de la intervención. \*: Intragrupal. \*\*: Intergrupala. ENS: Estadísticamente no significativo. En verde, resultados estadísticamente significativos.

En la FAB se encontraron diferencias significativas en los menores de 70 años ( $t=-3.65$ ,  $p=0.022$ ), en las personas entre 70 y 80 años ( $W=-3.30$ ,  $p=0.001$ ) y en los mayores de 80 años ( $t=-3.02$ ,  $p=0.030$ ) dentro del GIS. En el grupo GIA se encontraron diferencias significativas en el grupo de entre 70 y 80 años ( $W=-2.67$ ,  $p=0.008$ ) y en los mayores de 80 años ( $t=-6.14$ ,  $p=0.009$ ). No se encontraron diferencias intergrupales atendiendo a esta prueba. (Tabla 26).

	GIA			GIS			GC			Anova	p valor**
	Inicial	Final	p valor*	Inicial	Final	p valor*	Inicial	Final	p valor*		
Menores de 70 años	32.57	37.40	ENS	34	39.50	0.022	30.73	30	ENS	2.03	0.146
Entre 70 y 80 años	27.73	37	0.008	27.63	36.50	0.001	29.79	34.67	ENS		
Mayores de 80 años	25.33	31.50	0.009	19	27.17	0.030	23.25	21.40	ENS		

Tabla 26.- Resultados de la intervención en la FAB por grupos de edad y por grupos de intervención. Valores medidos con la media en la puntuación antes y después de la intervención. \*: Intragrupal. \*\*: Intergrupala. ENS: Estadísticamente no significativo. En verde, resultados estadísticamente significativos.

En el 30SCST se encontraron diferencias significativas en el grupo de menores de 70 años ( $W=-2.03$ ,  $p=0.042$ ) y en el de entre 70 y 80 años ( $t=-4.11$ ,  $p=0.001$ ) dentro del GIS. En el GIA se encontraron diferencias significativas en el grupo de entre 70 y 80 años ( $t=-2.87$ ,  $p=0.021$ ). No se encontraron diferencias intergrupales atendiendo a esta prueba. (Tabla 27).

	GIA			GIS			GC			Anova	p valor**
	Inicial	Final	p valor*	Inicial	Final	p valor*	Inicial	Final	p valor*		
Menores de 70 años	12.14	14.40	ENS	10	16	0.042	13.53	12.29	ENS	3.03	0.220
Entre 70 y 80 años	11.60	13.56	0.021	10.47	13.14	0.001	12.79	14.17	ENS		
Mayores de 80 años	10	12.50	ENS	9	11.83	ENS	10.69	9.20	ENS		

Tabla 27.- Resultados de la intervención en la FAB por grupos de edad y por grupos de intervención. Valores medidos con la media en la puntuación antes y después de la intervención. \*: Intragrupal. \*\*: Intergrupala. ENS: Estadísticamente no significativo. En verde, resultados estadísticamente significativos.

En el FSBT se encontraron diferencias significativas en el apartado de apoyo monopodal en el grupo de mayores de 80 años dentro del GIS ( $W=-2.02$ ,  $p=0.043$ ). (Tabla 28). Se evidenciaron diferencias significativas ( $F=6.10$ ,  $p=0.047$ ) en los valores medidos con el apartado de apoyo monopodal antes y después de la intervención al analizar las relaciones intergrupales atendiendo a la edad. Estas diferencias se concretan entre las personas menores de 70 años y las mayores de 80 años ( $p=0.048$ ) y entre las personas de entre 70 y 80 años y los mayores de 80 años ( $p=0.031$ ). Para la realización de estos contraste se ha protegido el riesgo  $\alpha$  (error tipo I,  $\alpha^*=0.016$ ). (Gráfico 40).

	GIA			GIS			GC			Anova	p valor**
	Inicial	Final	p valor*	Inicial	Final	p valor*	Inicial	Final	p valor*		
<b>Menores de 70 años</b>	10	10	ENS	8.96	10	ENS	9.49	9.46	ENS	6.10	<b>0.047</b>
<b>Entre 70 y 80 años</b>	9.28	9.79	ENS	8,93	9.87	ENS	9.28	9.25	ENS		0.782 (①=②) <sup>A</sup>
<b>Mayores de 80 años</b>	6.83	8.53	ENS	5.70	7.21	<b>0.043</b>	6.27	5.15	ENS		0.048 (①<③) <sup>A</sup> 0.031 (②<③) <sup>A</sup>

Tabla 28.- Resultados de la intervención en la FAB por grupos de edad y por grupos de intervención. Valores medidos con la media en la puntuación antes y después de la intervención. \*: Intragrupal. \*\*: Intergrupar. A: Resultados de la prueba de contrastes. ①: GIA, ②: GIS, ③: GC. ENS: Estadísticamente no significativo. En verde, resultados estadísticamente significativos.

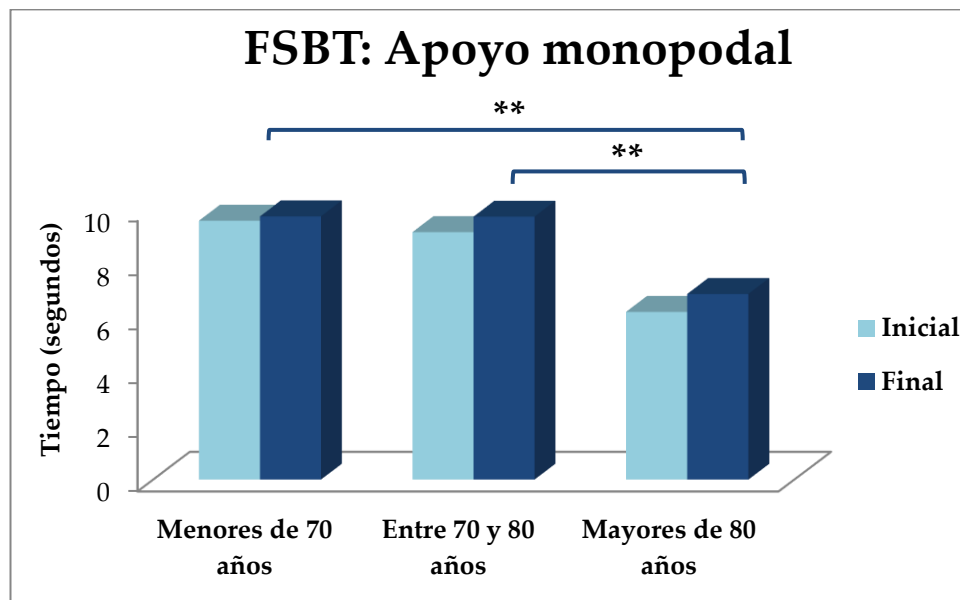


Gráfico 40.- Diferencias presentadas en el FSBT, en su apartado de apoyo monopodal, en las valoraciones inicial y final entre los distintos grupos de edad. \*\*:  $p < 0.01$ .

### 5.2.3.- DIFERENCIAS EN EL NÚMERO DE CAÍDAS EN FUNCIÓN DEL GRUPO DE INTERVENCIÓN

La tasa de incidencia de caídas al final del programa fue multiplicada por dos. Se debe a que, para calcular el número de caídas por persona y año, necesitábamos multiplicar por dos para igualar el período de tiempo, ya que sólo se consideraron las caídas dentro del período de intervención que comprendía 6 meses. La tasa de incidencia de caídas dentro de la muestra final fue de 0.62 caídas por persona y año. Dentro del grupo de intervención la tasa de incidencia fue de 0.66 caídas, 0.88 dentro del GIA y 0.46 caídas para el GIS. Para el GC, la tasa de incidencia fue de 0.56 caídas por persona y año. (Gráfico 41).

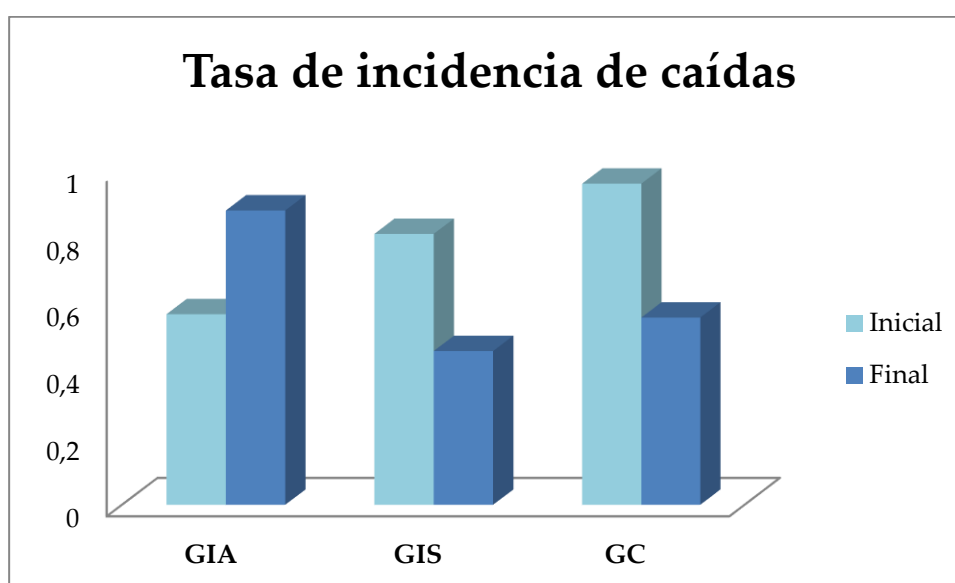


Gráfico 41.- Tasa de incidencia de caídas por persona y año en cada uno de los grupos de intervención, medidos al principio y al final de la intervención.

Al categorizar las caídas encontramos que dentro del GIA el 61% de las personas no sufrieron ninguna caída durante el período de intervención, mientras que un 33% había sufrido una caída y un 6% sufrieron dos o más



caídas. En el GIS el 86% de las personas no sufrieron ninguna caída durante el último año, mientras que un 5% había sufrido una caída y un 9% sufrieron dos o más caídas. En el GC el 72% de las personas no sufrieron ninguna caída durante el periodo de intervención, mientras que un 27% había sufrido una caída y ningún participante presentó dos o más caídas. (Gráfico 42).

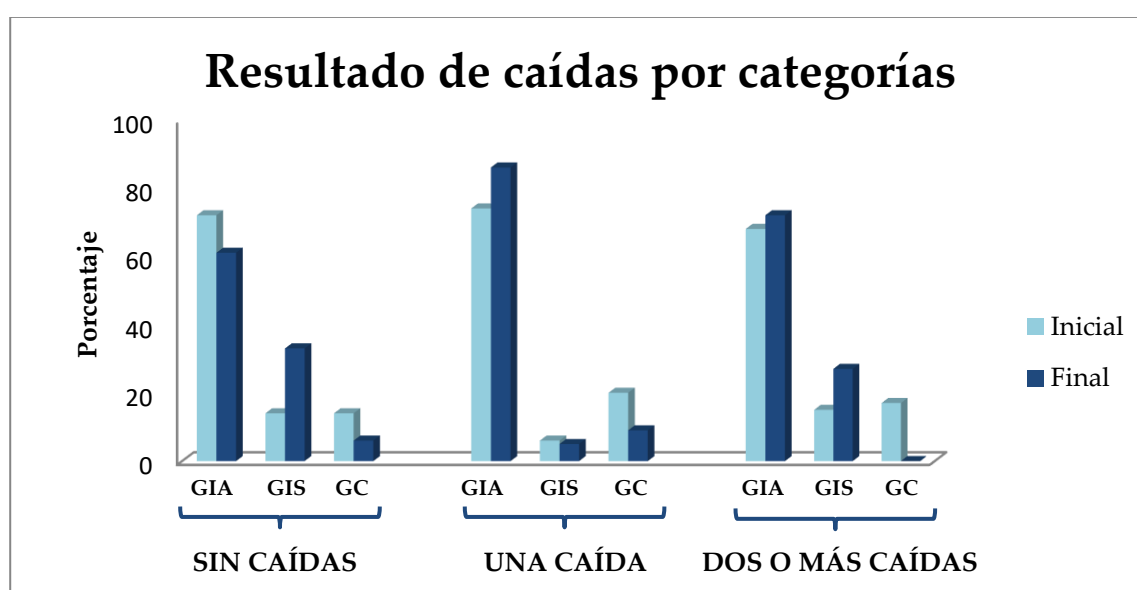


Gráfico 42.- Diferencia en los porcentajes de personas que caen una o más veces por categorías y por grupo de intervención.

Para realizar el análisis inferencial se calculó la variable "Diferencia de caídas", por medio de la diferencia matemática entre la cantidad de caídas antes de la intervención terapéutica y la cantidad de caídas después. No se detectaron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la incidencia de caídas aunque los resultados fueron clínicamente relevantes. (Tabla 29).

Variable	Est. <sup>1</sup>	Sign. <sup>2</sup>	M	DT	Est. <sup>3</sup>	Sign. <sup>4</sup>
<b>Diferencia de caídas (antes – después)</b>						
GIS	.63	<.001	.77	2.25	1.36	.508
GIA	.82	.003	.11	.90		
GC	.74	.014	1.33	2.88		

Tabla 29.- Análisis de la varianza en la diferencia entre el número de caídas antes y después de la intervención en los tres grupos de intervención: GIA, GIS, GC. 1: Prueba de normalidad, Shapiro-Wilk.

2: Significación de la prueba. 3: Prueba de H-Kruskal-Wallis. 4: Significación de H-Kruskal-Wallis.

Riesgo  $\alpha=.05$ .



## **6.- DISCUSIÓN**

---



Esta investigación se ha realizado para estudiar la implementación y el efecto del Programa de Equilibrio, diseñado desde el Área de Fisioterapia de la Universidad de Salamanca, sobre una población de adultos mayores no institucionalizados y que realizan o no otro tipo de actividad física, para evidenciar posibles diferencias entre adultos mayores sedentarios y activos.

Los resultados expuestos muestran la situación inicial y el efecto producido tras la realización del Programa de Equilibrio, objetivando su situación a través de diferentes pruebas funcionales que detectan equilibrio y riesgo de caídas, diferenciando los resultados obtenidos en función del nivel de actividad física previo, la edad y el IMC de cada participante.

Durante la discusión de este trabajo se analizarán los aspectos más relevantes de los resultados presentados.

## **6.1.- MUESTRA DEL ESTUDIO**

### **6.1.1- TAMAÑO MUESTRAL**

La muestra inicial de nuestro estudio cuenta con 112 sujetos, tamaño muestral inicial similar al presentado en varios estudios (177–182), existiendo estudios con muestras iniciales mucho más pequeñas (108,183–191) y otros con muestras iniciales mucho mayores (192–195). En estos casos, los estudios suelen ser multicéntricos, como es el caso del llevado a cabo por El-Khoury (196) y el desarrollado por Iliffe (110).

Al final del estudio, la muestra se redujo a 58 sujetos, un número muy similar a muchos de los estudios realizados sobre el tema (106,107,197–204).

La muestra final quedó dividida en tres grupos: GIA de 18 personas, GIS de 22 y el GC de 18 personas. Esta distribución en grupos de aproximadamente 20 personas se sigue en otros estudios relacionados con el equilibrio (200,202,204–209).

El tamaño muestral final se debe a un elevado porcentaje de abandonos, en total 54 personas, el 48% de la muestra inicial. Es la misma situación que ocurrió en el estudio presentado por Hars y col. (181), así como otros estudios que también mostraron un elevado porcentaje de abandonos (178,179,182,193,197,204). El mayor porcentaje de abandonos se produjo dentro del GC, del mismo modo que ocurrió en otros estudios similares (178,181,193,199) y a diferencia de algunos estudios, aunque los menos, en los que el mayor porcentaje de abandonos se produjo dentro del grupo de intervención (106,203,208,210). Esto es algo esperable ya que, según el estudio realizado por Kuijlaars y col. (211), el porcentaje de asistencia a la revisión de seguimiento por parte de los grupos controles o grupos de ejercicios para realizar en casa, como es nuestro caso, se sitúa entre el 4.9 y el 30.8%, siendo mayor el porcentaje de asistencia a la revisión final por parte de nuestro GC. El motivo para el abandono del estudio puede ser debido a la falta de motivación dentro del GC. Según Leijon (212) dentro de los programas de actividad física, el motivo principal para abandonar un programa en mayores de 65 años son las enfermedades y los dolores, seguido de la falta de motivación, pero si el programa no tiene sesiones grupales y el trabajo es en el domicilio, el porcentaje de abandono es mayor.

### 6.1.2.- PARTICIPACIÓN

La participación media en el programa fue del 83.9%, siendo del 84.3% dentro del GIA y del 83.5% dentro del GIS. Este porcentaje de participación elevado que supera el 80%, se observa también en otros estudios (182,188,190,196,213,214), siendo el estudio de Gouveia y col. (199) el que mayor porcentaje de asistencias presenta, con un total del 100% de asistencias por parte de todos los participantes que terminaron el estudio. Algunos estudios muestran un porcentaje menor al 80% de asistencias, pero son minoritarios entre aquellos que comparten la adherencia al estudio (107,209).

Esta participación tan elevada puede deberse a la realización de la actividad en grupo, lo que motiva a las personas a mantener un programa de ejercicio físico, tal y como refieren Farrance y col. en su revisión (215). La motivación para alentar esta participación alta también puede ser debida a la dirección del programa por parte de un fisioterapeuta, que aliente a los participantes a continuar en el programa, tal y como presentan en su revisión Nicolson y col. (216). Sin embargo, el motivo principal por el que la gente participa y presenta alta adherencia a un programa de ejercicio parece ser el carácter recreativo y lúdico del mismo, tal y como apuntan Sicilia y col. (217).

### 6.1.3.- CAPTACIÓN DE LA MUESTRA

La manera de captar a los adultos mayores para el Programa de Equilibrio fue por medio de la Concejalía de Mayores del Ayto. de Salamanca, que promovió la participación en los centros de mayores a partir de la difusión de un tríptico con la información del Programa. Esta forma de captar

participantes es la más frecuente en los estudios que trabajan con adultos mayores (106,108,177,185–188,192,197,202,214,218,219). Además, se llevó a cabo una campaña informativa a través de diferentes medios de comunicación, digitales y físicos, visto también en algunos estudios similares (107,186,190,199,209,220,221). Por lo tanto, podemos decir que nuestra muestra no es aleatoria, sino que es una muestra de conveniencia que se ha seleccionado de una población interesada en participar en este tipo de programas.

Una vez recibidas las solicitudes, se realizó un sorteo para formar los grupos de intervención, dejando a los reservas como una lista de espera para entrar si quedasen plazas libres. El número de plazas ofertadas fue una decisión pragmática basada en los objetivos del estudio y los recursos disponibles.

#### **6.1.4.- ASPECTOS DEMOGRÁFICOS**

La muestra inicial estaba conformada por un 75.2% de mujeres y un 24.8% de hombres. Dentro de las personas que terminaron el estudio, un 70.7% fueron mujeres y el 29.3% fueron hombres, aumentando así el porcentaje de hombres. Sin embargo, la proporción mayoritaria dentro de la muestra estuvo representada por mujeres. Esto es algo común dentro de los estudios con adultos mayores, y se puede ver en numerosos estudios (106,107-166,177,179,181–183,188,189,193,202–206,209,213,218,219,222). A pesar de ser la situación más frecuente, se han encontrado algunos estudios muestran una proporción similar entre hombres y mujeres (110,194,197–200,220), otros cuyos participantes son sólo mujeres (108,185,190,208,223–225) y tan sólo



uno, realizado por Sousa et al. (207), con una muestra completamente masculina.

La edad media de la muestra inicial fue de  $75.44 \pm 6.57$  años, encontrándose dentro de un rango de edad muy similar al que se presenta en la mayoría de estudios con adultos mayores revisados (108,110,166,179–181,183,184,188,189,191–193,195,199,200,203,205,206,214,218,219,221,224). Sin embargo, también se encontraron estudios que se realizaron con adultos mayores más jóvenes, con una media de edad menor a 70 años (106,107,185,197,198,201,202,208,213,223,225,226), así como estudios realizados con personas mayores de 80 años (177,182,187,190,220).

Con respecto al porcentaje de personas activas y personas sedentarias, en nuestro caso, el porcentaje fue del 56.3% y el 43.7% respectivamente. Nuestra muestra se encontró muy igualada con respecto a personas activas y sedentarias. Muchos estudios no tienen en cuenta la condición física de los participantes, y si la tienen, todos los participantes son sedentarios (193,220,227,228) o activos como en el caso de Nicholson y col. (213). En nuestro caso encontramos una muestra bastante igualada con la que poder observar diferencias entre ambos grupos.

#### **6.1.5.- ASPECTOS ANTROPOMÉTRICOS**

El peso medio registrado al inicio del estudio fue de  $68.27 \pm 11.57$  kg, muy similar a otros estudios realizados con adultos mayores (182,185,188,189,198,202,204,208,213,221,223,226). Sin embargo, otros

estudios, realizados principalmente en Asia, recogen valores de peso mucho más bajos (106,177,190,210).

Con respecto a la talla, al inicio se presentó un valor de  $1.55 \pm 0.10$  m, parecido a otros estudios realizados en adultos mayores (106,190,202,204,208,223,226), pero diferente de otras poblaciones, que obtuvieron mayores valores en la altura (181,182,185,188,189,203,206-213,221).

Se encontraron diferencias significativas en el peso y en la talla entre los dos sexos, siendo menores los valores observados en las mujeres. Puszczalowska-Lizis y col. (229) observaron estas mismas diferencias en adultos mayores sanos.

El IMC medio de la muestra inicial fue de  $28.30 \pm 3.61$  kg/m<sup>2</sup>. Es un valor que sitúa a la muestra en valores medios de sobrepeso. Es algo esperable ya que alrededor de la mitad de la población española y europea mayor de 65 años se encuentra dentro del rango de sobrepeso (230). Esto mismo ocurre en otros estudios (110,179,181,183,196,204,206–209,220,223,225,226), aunque también se han encontrado valores de IMC inicial dentro de la normalidad, es decir, por debajo de 25 kg/m<sup>2</sup> (182,194,213,231), y un estudio, el realizado por Sucuoglu y col., en el que la muestra inicial tenía un IMC por encima de 30 kg/m<sup>2</sup>, es decir, que eran en su mayoría personas obesas (201). No se encontraron diferencias significativas con respecto al sexo, al igual que lo observado en el estudio de Puszczalowska-Lizis (229).

---

## 6.2.- DISEÑO DE LA INTERVENCIÓN

El Programa de Equilibrio, desarrollado desde el Área de Fisioterapia de la Universidad de Salamanca en colaboración con el Excmo. Ayuntamiento de Salamanca, se desarrolló por primera vez durante el curso académico 2016/2017.

El Programa se desarrolla durante un total de 24 semanas, con una cadencia de una sesión semanal, y una duración aproximada de 60 minutos cada sesión. La dosificación fue elegida a partir de la literatura existente sobre programas de entrenamiento para mejorar el control postural y el riesgo de caídas.

La mayoría de los estudios dirigidos a mejorar el equilibrio se realizan durante 12 semanas, con una cadencia de dos sesiones semanales (107,108,185,199,204,213,232–236). En nuestro caso, sin embargo, fue imposible ofrecer dos sesiones semanales debido a un problema de espacio y recursos. Por este motivo, se tomó la decisión de aumentar el tiempo de intervención, igualando el número de sesiones mediante la ampliación de la duración del estudio a 24 semanas, con una cadencia de una sesión semanal. Además, algunos estudios, como el realizado por Yan y col. (193) y el realizado por Hirase y col. (177) desarrollaron su programa con la misma dosificación que se propuso, obteniendo resultados positivos sobre el equilibrio y el riesgo de caídas. Se tuvo en cuenta también el estudio multicéntrico realizado por Iliffe y col. (110) en el que se desarrolló un programa de características muy similares a las nuestras, y con la misma dosificación.

En cuanto al tiempo de sesión, se coincide con la mayoría de estudios revisados sobre el tema (106,107,110,200,209,214,225,232,234–236), además de seguir las indicaciones propuestas por Jadcak y col. (237) en su revisión sistemática sobre el tema.

El objetivo de nuestro programa era mejorar el equilibrio y reducir el riesgo de caídas. En la revisión realizada por Lesinski y col. (238) sobre adultos mayores sanos no institucionalizados, se observó que los programas que inciden sobre el control postural mejoran el equilibrio estático y dinámico, la estabilidad, el equilibrio reactivo y la puntuación en las pruebas de equilibrio, frente a grupos control que no realizan actividad. Por eso se planteó el diseño de un programa que mejorase estos campos, permitiendo así reducir el riesgo de caídas en adultos mayores sanos.

Para la elección de los ejercicios se tuvo en cuenta que, según la revisión de Jadcak y col. (237), los programas que cuentan con un entrenamiento sobre varios componentes, incluyendo ejercicios de fuerza, resistencia, equilibrio y flexibilidad, mejoran los resultados obtenidos tras el programa. En la revisión de Cadore y col. (239) se vio que, este tipo de entrenamiento, mejora la marcha, el equilibrio, la fuerza, la capacidad funcional y disminuye la incidencia de caídas.

El programa Fallproof ha sido empleado en varias ocasiones con el fin de mejorar el equilibrio y el riesgo de caídas sobre adultos mayores (218,233,240). Este programa incluye ejercicios de fuerza, estabilidad, equilibrio dinámico, flexibilidad y movilidad. Fue seleccionado, por este motivo, como base para la selección de los ejercicios que se realizarían en nuestro programa. No se siguieron las pautas establecidas, pero los ejercicios seleccionados se realizaron tal y como vienen descritos en el programa (168).

Otro de los elementos que se tuvo en cuenta, fue el empleo de material y recursos de los que se disponían, como sillas, bandas elásticas, pesas, escalones, etc. Otros estudios han empleado este tipo de materiales para el trabajo de la fuerza y la estabilidad (110,214,218,222,225).

La estructura de la sesión básica seguía un orden concreto, que se mantuvo durante todas las sesiones. Todas las sesiones comenzaron con un calentamiento, siguieron con una parte de entrenamiento de la fuerza muscular, a continuación una parte de equilibrio estático y dinámico y finalizaron con una parte de vuelta a la calma y estiramientos. Esta estructura es similar a la que emplearon otros autores durante sus programas de entrenamiento del equilibrio (177,193,209,225,236,241).

Otro elemento que se tuvo en cuenta a la hora de diseñar el estudio, fue la necesidad de progresar en la dificultad de los ejercicios propuestos a los participantes. Este elemento lo propone el programa Fallproof, y es defendido por muchos estudios que han empleado diferentes estrategias para hacer más desafiantes los ejercicios (106,110,200,218,220,228,235,242). Estas estrategias incluyen la realización de los ejercicios con ojos abiertos o cerrados, el empleo de superficies inestables, la disminución de la base de sustentación, el uso de la doble tarea durante el desarrollo de un ejercicio, el empleo de perturbaciones en el ambiente, etc. (107,177,199,204,206,222, 232,241,243). Durante el desarrollo de nuestro programa, se emplearon estas alteraciones para progresar en la dificultad de los ejercicios, atendiendo siempre a las capacidades de cada participante para asegurar la seguridad de cada uno. En este sentido, para individualizar la dosis en los ejercicios y asegurar la seguridad de los participantes, los grupos de trabajo fueron de

10 personas como máximo. Esta medida también se tomó en otros estudios revisados (200,206,232,235).

Además del entrenamiento propio del equilibrio, y teniendo en cuenta la bibliografía existente, se complementó el programa mediante la introducción de un cuaderno de ejercicios para que los participantes pudieran trabajar en el domicilio, como hizo de Negreiros y col. (241). La incorporación de ejercicios domiciliarios, aunque no fuese mediante un cuaderno escrito, se realizó en otros estudios como los realizados por Yan y col. (193), Lee y Park (200), Barker y col. (107) y Miko y col. (242). El cuaderno de ejercicios domiciliarios es el mismo que se encuentra dentro del programa Otago para la reducción del riesgo de caídas en adultos mayores (140). Numerosos estudios han empleado esta metodología para reducir el riesgo de caídas, obteniendo resultados positivos en adultos mayores (110,222,236,243–246). No se realizó el programa completo porque este incluye visitas a los participantes, con cierta regularidad, para solventar posibles dudas que surjan durante el desarrollo del mismo y explicar los ejercicios para potenciar el efecto del programa. En nuestro estudio sólo se utilizó el cuaderno de ejercicios, ya que se consideró que contenía un programa domiciliario completo, pero no se realizaron las visitas por no encontrarse dentro de los objetivos de nuestro estudio.

Este cuaderno de ejercicios para el domicilio fue entregado también al grupo control, cuya única intervención consistió en una explicación de las medidas básicas y precauciones que se deberían tener en cuenta a la hora de realizar los ejercicios en casa. También se le dieron pautas sobre la dosificación del ejercicio y la progresión en dificultad, cuándo quitar los apoyos y cómo realizar los ejercicios con seguridad.

En esta parte, nuestro estudio sólo coincide con el realizado por de Negreiros y col. (241). El resto de estudios muestran otros tipos de diseño. Algunos de ellos, ofrecen al grupo control directrices para la realización de ejercicios en casa (206,213,220,236), pero en estos estudios el grupo de intervención no realiza estos ejercicios domiciliarios. Otros estudios incluyen ejercicios en el domicilio para todos los grupos del estudio, pero en el caso del grupo de intervención no realiza otro entrenamiento, sino que recibe llamadas frecuentes para fomentar la motivación, como en el estudio de Light y col. (247), o mantienen visitas durante más tiempo al fisioterapeuta para ver la evolución, como en el estudio de Robinson y col. (191). En la mayoría de estudios, el grupo control simplemente mantiene sus hábitos de siempre y no cambia sus actividades de la vida diaria (177,193,199,200,227,234,244,248). Por último, se han revisado estudios como los realizados por Chuter y col. (249) y por Iliffe y col. (110), que incluyen un tercer grupo de estudio, mostrando un grupo de entrenamiento, un grupo de ejercicios en casa y un grupo control que no recibe ninguna intervención.

Un aspecto novedoso dentro de nuestro estudio fue la diferenciación entre participantes sedentarios y activos para ver los efectos del entrenamiento sobre estos dos tipos de adultos mayores. De este modo, se crearon dos grupos de intervención que, aunque siguieron las sesiones en conjunto, a la hora de analizar los resultados se diferenciaron en función de su nivel de actividad física. En la mayoría de estudios no hacen diferencia entre los participantes atendiendo a este criterio. En algún estudio, como el realizado por Otero y col. (225), las personas sedentarias se incluyen como grupo control, para ver el efecto del programa de equilibrio comparado con personas que no realizan actividad física. Existen algunos estudios que investigan el efecto del ejercicio físico sobre adultos mayores sedentarios,

donde toda su muestra son personas sedentarias (250–256). Sin embargo, en pocos de estos estudios se hace referencia a la situación de estas personas en cuanto al equilibrio y el riesgo de caídas. Algunos hablan sobre el efecto del ejercicio físico sobre el equilibrio, como el estudio de Bernard y col. (248), que investigaron el efecto de la marcha enérgica sobre la estabilidad de mujeres sedentarias, o el estudio realizado por Binder y col. (220), que analizaron el efecto del ejercicio físico sobre el equilibrio de adultos mayores sedentarios. Se han revisado artículos en los que se analiza el efecto de un programa de entrenamiento de equilibrio sobre adultos mayores sedentarios, como los realizados por Yan y col. (193), Pan y col. (227) y Ramsbottom y col. (228), aunque en estos estudios no se analizan las posibles diferencias que pueden existir entre personas sedentarias y personas activas. Debido a esta situación, a la hora de diseñar nuestro estudio, se consideró necesario diferenciar dos grupos de adultos mayores en el grupo de intervención atendiendo a su nivel de actividad física. No se incluyó un grupo control de actividad física porque, según lo revisado en otros estudios, los programas de actividad física regulada son suficientes por sí mismos para mejorar el equilibrio en adultos mayores activos (22,85).

El objetivo del programa fue incidir sobre el equilibrio y el riesgo de caídas, previniendo complicaciones y consecuencias derivadas de posibles caídas. En este sentido, se consideró que como profesionales de la salud, los fisioterapeutas serían los más indicados para dirigir la actividad. El programa fue desarrollado completamente por fisioterapeutas titulados, tanto en la fase de evaluación como en la intervención. Esta actuación es compartida por varios autores, cuyos programas de equilibrio son dirigidos por fisioterapeutas (177,191,199,200,205,206,242,243).



---

## 6.3.- PRUEBAS FUNCIONALES

### 6.3.1.- ESCALA DE TINETTI

En la escala de Tinetti, al principio del estudio, nuestra muestra obtuvo una puntuación media de  $26.63 \pm 1.90$  puntos. Según el estudio realizado por Kegelmeyer y col. (154), el punto de corte para que las personas se encuentren en un riesgo bajo de caídas se sitúa en 25 puntos, por lo que nuestra muestra no presenta riesgo de caídas. Sólo 10 personas de la muestra presentaron riesgo de caídas, siendo sólo una la que presentaba un elevado riesgo de caídas, con una puntuación inferior a 19 puntos.

En estudios similares, que han empleado la escala de Tinetti como predictor del riesgo de caídas, vemos que Mendoza-Ruvalcaba (219) y Pérez-Ros (192) obtienen unos valores en su muestra inicial similares a los nuestros. Esto se debe a que trabajan con una muestra similar a la nuestra. Sin embargo, observamos resultados muy diferentes en los estudios realizados por Sitjà-Rabert (257), Kovács (243) y Moposita (240), cuya muestra inicial son adultos mayores institucionalizados, presentado una puntuación media muy inferior a la obtenida por nuestra muestra.

### 6.3.2.- TEST TIMED UP&GO

En el TUG, nuestra muestra inicial obtuvo una puntuación media de  $8.69 \pm 3.08$  segundos. De nuevo nuestra muestra se encuentra en riesgo bajo de caídas, según el punto de corte de 10 segundos establecido por Rose para una muestra de adultos mayores funcionales (162). Se detectó un 23% de la muestra que presentaba riesgo de caídas según esta prueba.

El TUG es la valoración más empleada en los artículos revisados para determinar el equilibrio, el riesgo de caídas y la capacidad funcional de los adultos mayores. Se han encontrado muchos artículos con una puntuación media inicial muy similar a la nuestra (106,107,110,181,190,197,207, 213,226,228,236,258). Aunque también hay muchos cuya muestra inicial se encuentra de media por encima de los 10 segundos, encontrándose dentro del rango de riesgo de caídas (164,177,182,183,187,188,195,200,214, 243,244,257), obteniendo algunas puntuaciones incluso por encima de los 30 segundos, como en el estudio de Ansai y col. (209), que trabajó con personas sedentarias mayores de 80 años, y el estudio de Hawley-Hague y col. (222), en el que trabajó con pacientes en rehabilitación por fractura de cadera.

### **6.3.3.- TEST DE ESTANCIA UNIPODAL**

La puntuación media obtenida por nuestra muestra inicial en el OLS fue de  $15.57 \pm 11.00$  segundos sobre la pierna derecha, y de  $16.20 \pm 11.03$  segundos sobre la pierna izquierda. Si se toma como referencia el corte establecido por Jalali y col. (68) de 12.7 segundos para muestras como la nuestra, nuestra muestra se situaría por encima del punto de corte establecido. A pesar de esto, alrededor de 50 personas mostrarían riesgo de caídas, es decir, casi la mitad de nuestra muestra tendría riesgo de caídas. Este número se reduce cuando hablamos de riesgo de caídas grave, es decir, una puntuación por debajo de 5 segundos, como establecieron Vellas y col. (24). Son alrededor del 22% de los participantes los que se encuentran en esta situación.

Al revisar otros artículos relacionados con el tema, observamos que algunos autores presentan una puntuación similar a la nuestra en esta prueba (107,166,197,203,236). Sin embargo, otros estudios muestran puntuaciones más bajas que la nuestra, encontrándose por debajo del punto de corte de

12.7 segundos de media (177,181,183,206,209,220), en los que se trabaja con adultos mayores menos funcionales. Destacamos también el artículo de Nicholson (213), cuya puntuación media en esta prueba se encontraba por encima de los 30 segundos, aunque hay que tener en cuenta que trabajó con personas entrenadas y activas.

#### **6.3.4.- ESCALA DE EQUILIBRIO AVANZADA DE FULLERTON**

En la FAB se obtuvo una puntuación media de  $27.41 \pm 6.77$  puntos al inicio del estudio. Según el punto de corte establecido por Hernández y Rose de 25 puntos para encontrarse en riesgo de caídas (31), nuestra muestra presenta bajo riesgo. Se encontraron un 29% de participantes con riesgo de caídas.

No son muchos los estudios que emplean la FAB como herramienta predictora del riesgo de caídas. Dentro de los artículos revisados, encontramos algunos estudios con puntuaciones similares a la nuestra (187,199,202), así como el estudio realizado por Ward (218), en el que la muestra al inicio del estudio presentaba una puntuación media más baja, por debajo del punto de corte establecido para el riesgo de caídas. En este caso, la muestra había sido identificada previamente como personas con moderado y alto riesgo de caídas, por lo que es esperable que sus resultados iniciales sean más bajos que los obtenidos en nuestra muestra.

---

### 6.3.5.- 30 SECOND CHAIR STAND TEST

La puntuación media obtenida por la muestra inicial en el 30SCST fue de  $11.35 \pm 3.49$  intentos completados. Un 3% de personas se encontraron por encima de su valor de referencia, y un 29% por debajo de los valores establecidos para su edad y sexo. Estos valores fueron establecidos en el estudio de Rikli y Jones (173).

Estos valores son similares a los encontrados en otros estudios de características parecidas (110,188,193,196,210,218,225,226,236), aunque difieren de los estudios realizados por Sousa (207), Zhuang (106) y Nicholson (213), cuyas puntuaciones medias son superiores, siendo sus participantes más jóvenes que los participantes de nuestra muestra. También se encontraron puntuaciones medias más bajas, como en el estudio de Kyrдалen (182), debido a que trabajó con personas que ya eran propensas a las caídas.

### 6.3.6.- FOUR-STAGE BALANCE TEST

En el apartado de pies juntos en el FSBT se obtuvo la mejor puntuación, todos los participantes consiguieron mantener la posición durante 10 segundos. En el apartado de semitándem la puntuación media fue de  $9.94 \pm 0.40$  segundos, en el tándem fue de  $8.35 \pm 2.31$  segundos y en el apoyo monopodal fue de  $8.36 \pm 3.27$  segundos. Un 26.8% de la muestra presentó riesgo de caídas en esta prueba.

No existen muchos estudios que utilicen esta prueba como predictora del riesgo de caídas, sin embargo, algunos estudios emplean los apartados como pruebas independientes. Es el caso del tándem, por ejemplo, en el que se obtuvieron unos resultados similares a los presentados por Sucuoglu (201),

pero mucho más bajos que en otros estudios (107,183,209). Esto también se debe a que la prueba del tándem, cuando se realiza de manera independiente, se establece un tiempo límite en 30 segundos, mientras que en nuestra prueba el máximo son 10 segundos. Esto determina un valor más bajo que el que puedan mostrar otros estudios. Con respecto al apartado de pies juntos, se puede observar que es poco sensible a cambios en adultos mayores independientes y sanos, ya que todos obtienen la máxima puntuación. Este efecto techo ya fue observado con anterioridad en el estudio realizado por Keay y col. (198).

#### **6.3.7.- ASPECTOS COMPARATIVOS ENTRE LAS PRUEBAS FUNCIONALES**

Cuando se tienen en cuenta todas las pruebas funcionales y se estudia el comportamiento de ellas, atendiendo a diferentes criterios encontramos diferencias en los distintos grupos.

Al analizar los resultados obtenidos en las pruebas funcionales en función del nivel de actividad física, se vio que las personas activas obtuvieron mejores resultados en los apartados de marcha, en la escala de Tinetti y en el 30SCST. No es algo sorprendente, ya que estos apartados hacen referencia a la fuerza muscular de las extremidades inferiores, más que al control postural. Es fácil suponer que las personas activas presenten mejores resultados en estas pruebas.

Unhjem y col. (130) realizaron un estudio comparativo sobre la capacidad funcional de adultos mayores activos y sedentarios, y cómo influye el entrenamiento en diferentes parámetros relacionados con el equilibrio. En

este estudio no se empleó ninguna de nuestras pruebas funcionales, aunque si utilizaron pruebas similares. En los apartados en los que obtuvieron mejor puntuación las personas activas que las sedentarias fueron en marcha, en el apoyo monopodal y en una prueba similar al 30SCST, el 5 Sit to Stand Test. En este test, en vez de contar cuántas veces se levanta la persona en 30 segundos, se recoge el tiempo que tarda el participante en levantarse 5 veces de la silla. Por lo tanto, se pueden observar similitudes en cuanto que, en su estudio y en el nuestro, los participantes mejoran en marcha y fuerza de extremidades inferiores. En nuestro estudio no se han observado diferencias en el apoyo monopodal, pero es cierto que en el estudio de Unhjem realizaban la prueba con doble tarea, por lo que no es exactamente como el OLS que llevamos a cabo en nuestro estudio.

Con respecto a los grupos establecidos en función del IMC no se observaron diferencias que sugieran que el sobrepeso o la obesidad puedan tener un efecto negativo con respecto al equilibrio o el riesgo de caídas.

En el estudio llevado a cabo por Cancela y col. (259) encontraron diferencias significativas en el equilibrio estático y dinámico entre personas sedentarias normales y obesas, no así entre las personas activas. A diferencia de nuestro estudio, ellos diferenciaron entre activos y sedentarios y además en función de su IMC. En nuestro caso, la muestra es insuficiente para realizar tal división, por lo que no es posible detectar tales diferencias.

Por último, al comparar las puntuaciones obtenidas en las pruebas funcionales en función del grupo de edad, se observaron diferencias en las pruebas TUG, OLS y FAB.

Con respecto al TUG se vio que las diferencias se encontraban entre los dos grupos menores de 80 años con los mayores de esta edad. Esto concuerda con los resultados encontrados en los estudios realizados por Hirase (177), Ansai (209), Bieryla (187) y Kyrdalen (182). En todos ellos, la muestra era mayor de 80 años, y obtuvieron una puntuación media más elevada a la obtenida por nuestra muestra inicial.

En el caso del OLS, las diferencias se establecieron entre todos los grupos de edad. Esto se corresponde con lo visto en otros estudios que emplearon la misma prueba. Las muestras de edades similares a la nuestra obtuvieron puntuaciones similares (107,197,203), mientras que en el caso de Ansai (209), Hirase (177) y Binder (220), al ser sus poblaciones mayores de 80 años, sus puntuaciones fueron inferiores a las nuestras, y en el caso de Nicholson (213), cuya población era más joven, obtuvo resultados mucho mayores en esta prueba.

Por último, en el caso de la FAB, es la prueba cuyas diferencias en los grupos de edad han sido mayores y de nuevo aparecen entre todos los grupos. Por lo observado, parece ser la prueba más discriminativa en nuestra población, lo cuál concuerda con lo establecido por Klein y col. (170), que planteó esta prueba para adultos mayores no institucionalizados y altamente funcionales. Los resultados concuerdan con otros estudios que han empleado esta prueba funcional, como el estudio de Gouveia y col. (199), cuya muestra era similar a la nuestra y obtuvo los mismos resultados, y al estudio de Nematollahi y col. (202), cuya población era más joven y obtuvo resultados ligeramente superiores en este apartado.

## **6.4.- EFECTOS DE LAS INTERVENCIONES**

### **6.4.1.- EFECTOS ANTROPOMÉTRICOS**

Tras la intervención no se observaron diferencias significativas ni en cuanto al peso, ni en cuanto al IMC, por lo que podemos suponer que nuestro programa es insuficiente para producir cambios en estos campos.

No hay muchos estudios que estudien la evolución de estos parámetros cuando los participantes realizan un programa para mejorar el equilibrio. Sin embargo, se han revisado estudios que concuerdan con el nuestro en que el entrenamiento del equilibrio no es suficiente para modificar el peso, como los estudios realizados por Ochi (190), Markovic (221) y Hong (210).

Con respecto al IMC, en el estudio realizado por Sousa y col. (207) no encontraron diferencias significativas tras la aplicación del programa. En el estudio realizado por Pan y col. (227) se observan diferencias en el IMC entre sedentarios y activos al inicio del programa, y tras la intervención estas diferencias desaparecen, pero no determina por qué se ha producido este cambio.

### **6.4.2.- EFECTOS SOBRE LAS PRUEBAS FUNCIONALES**

El efecto del Programa de Equilibrio sobre adultos mayores es positivo y nos ofrece cambios estadísticamente significativos observados en la escala de Tinetti, el OLS, la FAB y el 30SCST. No se observaron cambios en el TUG ni en el FSBT. Esto se traduce en un mejor equilibrio y una disminución en el riesgo de caídas de los adultos mayores que participaron en el estudio.



Los cambios observados en la escala de Tinetti concuerdan con lo revisado en otros estudios (192,219,222,243). Todos ellos, muestran mejores puntuaciones tras una intervención sobre el equilibrio en adultos mayores. En nuestro estudio, tanto al inicio como al final del programa se obtuvo una puntuación media por encima del corte para determinar riesgo de caídas. El porcentaje de personas con riesgo de caídas dentro de nuestra muestra se redujo de un 8% a un 1%. Por lo que el programa tiene un efecto positivo a la hora de reducir este riesgo.

En el caso del TUG, no se encontraron cambios significativos en la puntuación obtenida al finalizar el programa. Sin embargo, el porcentaje de personas que se encontraban en riesgo de caídas se redujo del 23% al 13% de la muestra. Esto supone un efecto positivo sobre el riesgo de caídas aunque no se observen cambios estadísticos. Nuestros resultados difieren de la mayoría de estudios revisados (106,177,181,183,188,190,195,197,201,207,214,222,236,243,258), en los que se produjeron mejorías significativas tras la intervención. Esta diferencia puede deberse a que nuestra población se encontraba, mayoritariamente, en bajo riesgo de caídas. Al obtener una puntuación tan baja, fue difícil mejorarla, al contrario de lo observado en los estudios mencionados.

Los cambios observados en el OLS se corresponden con los resultados mostrados en estudios de características similares (166,177,179,181,186,206,209,220,236). Algunos autores no encontraron cambios significativos, como Nicholson y col. (213), pero en su caso la muestra obtuvo al inicio una puntuación muy alta y difícil de mejorar. La implicación de este cambio podemos verla en la reducción de participantes en riesgo de caídas, ya que al inicio de estudio el porcentaje se situó en torno

al 45% de personas en riesgo de caídas, frente al 32% de personas al finalizar el estudio. De nuevo observamos una mejoría en el equilibrio y en el riesgo de caídas tras realizar el programa.

En la FAB se encuentran diferencias significativas, del mismo modo que ocurrió en los estudios realizados por Ward (218) y Nematollahi (202). El porcentaje de personas con riesgo de caídas se redujo tras el programa de un 29% a un 14% de los participantes.

En cuanto al 30SCST, los participantes obtuvieron puntuaciones más altas y estadísticamente significativas. El porcentaje de personas que se encontraban por debajo de su rango en función del sexo y la edad se redujo en un 14%, y en el caso de los que se encontraban por encima de sus valores de referencia aumentó en un 14%. Esto concuerda con lo observado en otros estudios de características parecidas (106,182,185,188,193,199,210,213,218,223,224-226,236). Este cambio en la puntuación implica una mejora en la fuerza muscular de las extremidades inferiores y está relacionado con una mejor función de estabilidad.

No se observaron diferencias significativas en el FSBT, en ninguno de sus apartados. Era algo esperable teniendo en cuenta el efecto techo que se comentó con anterioridad. Los participantes obtuvieron puntuaciones muy altas al principio del estudio y esto no permite observar diferencias al final. Ocurre lo mismo en otros estudios revisados (107,183,186,209). Teniendo en cuenta lo mostrado, el FSBT no parece ser una prueba adecuada para medir diferencias en equilibrio y riesgo de caídas en adultos mayores sanos y funcionales.

---

### 6.4.3.- EFECTOS EN FUNCIÓN DEL GRUPO DE EDAD

No se han encontrado artículos que analicen el efecto de un programa de ejercicio para mejorar el equilibrio y el riesgo de caídas en función de la edad de los sujetos. Debido a esto, nos pareció interesante mostrar las diferencias observadas en las distintas pruebas funcionales, de cara a ver el comportamiento de los individuos en función de su edad.

En el caso de los menores de 70 años, se encontraron cambios en el OLS, la FAB y el 30SCST. La prueba más sensible parece ser la FAB, que recoge pequeños cambios en el equilibrio de estas personas. En el caso de la escala de Tinetti y el FSBT no pudieron ser analizados, ya que los individuos de este grupo obtuvieron la máxima puntuación posible en ambas escalas durante las dos evaluaciones. Por lo tanto, estas escalas no parecen ser sensibles a cambios en este grupo poblacional y no deberían usarse como herramientas de elección para detectar cambios.

En el grupo de personas entre 70 y 80 años, se observaron cambios en todas las pruebas, excepto en el TUG. En el FSBT sólo se encontraron cambios en el apartado de tándem. La prueba más sensible a cambios de nuevo fue la FAB.

Dentro del grupo de mayores de 80 años, los cambios se observaron en el apartado de equilibrio de la escala de Tinetti, y en su puntuación total, en el OLS, en la FAB, en el 30SCST y en el apartado de apoyo monopodal del FSBT. La prueba que mostró ser más sensible fue la FAB de nuevo, mientras que no se encontraron cambios en el TUG.

Teniendo en cuenta a todos los grupos, el análisis multivariante muestra diferencias significativas sólo en el apartado monopodal del FSBT, detectando un mejor resultado al comparar al primer grupo y al segundo

con los mayores de 80 años, pero no entre ellos. Esto implica que el apartado de apoyo monopodal puede ser una prueba eficaz para medir cambios en el equilibrio en personas mayores de 80 años, mientras que en personas más jóvenes tiene un efecto techo que no permite discriminar bien los cambios.

Estos resultados muestran cuáles pueden ser las pruebas más sensibles a cambios tras un programa de control postural en los diferentes grupos de edad. En todos ellos, la prueba más sensible parece ser la FAB, mientras que el TUG, a pesar de ser la prueba más empleada en la investigación dentro de este campo, parece ser poco sensible si se aplica en adultos mayores sanos y altamente funcionales.

#### **6.4.4.- EFECTOS EN FUNCIÓN DEL GRUPO DE INTERVENCIÓN**

Al analizar los resultados obtenidos por los diferentes grupos del estudio, se observaron cambios en función del grupo de participación.

De este modo, los grupos que participaron en el programa de equilibrio, tanto el GIS como el GIA, presentaron mejores resultados que el GC en el OLS, la FAB, el 30SCST y el apartado de tándem de la FSBT. Esto se corresponde con un mejor equilibrio, mayor fuerza en extremidades inferiores y una disminución del riesgo de caídas frente a las personas que realizaron sólo ejercicios en el domicilio. No se encontraron diferencias entre los resultados de los dos grupos de intervención, el GIA y el GIS.

Este efecto positivo del entrenamiento frente al grupo control lo observamos en diversos estudios relacionados con el tema

(106,107,166,177,181,182,186,193,196,197,199,200,206,207,209,210,213,218,220, 224,226,236,243,258). En todos ellos, el grupo de intervención, el que realizó un programa para mejorar el control postural, presentó mejores resultados que el grupo control.

No se han encontrado estudios en los que se determinen resultados tras una intervención sobre el equilibrio en función de si los participantes eran activos o sedentarios antes de realizar el programa. El objetivo que nos planteamos fue determinar si a la hora de trabajar el control postural, se podrían obtener los mismos resultados independientemente de la condición física de base. No podemos determinar que existan diferencias entre estos grupos, por lo que parece que el programa tiene un efecto positivo en ambos grupos.

Analizando los cambios producidos en el grupo control, se vio que no había diferencias significativas en ninguna de las pruebas funcionales realizadas. Debido a esto no podemos decir que el programa de ejercicios en el domicilio sea eficaz para mejorar el equilibrio o el riesgo de caídas. El GC además de puntuar por debajo de los grupos de intervención como vimos en el apartado anterior, no mejorará sus puntuaciones tras la intervención de ejercicios en el domicilio.

Esto puede ser debido a una falta de motivación o interés en realizar el programa. La mayoría de participantes de este grupo refirió no haber realizado los ejercicios con la frecuencia que se les recomendó.

Por lo tanto, el programa de ejercicios domiciliarios basado en el programa Otago parece no ser suficiente para modificar el control postural de adultos mayores sedentarios. Esto no se corresponde con otros artículos revisados

sobre el programa Otago (236,243,245,246), en los que se produce una mejoría tras el tratamiento. Sin embargo, hay que advertir que en ellos existía un control periódico por parte de terapeutas que supervisaban la realización de los ejercicios y motivaban a los participantes, a diferencia de nuestro estudio. Además algunos de ellos, como el realizado por Liu-Ambrose y col. (244) eran más intensivos en duración y cadencia. Nuestros resultados se corresponden con lo encontrado en algunos artículos, como el presentado por Binder y col. (220), en el que se observa que la realización de un programa de ejercicios en casa por parte del grupo control, aunque sea diferente al que se ha realizado en este estudio, no produce cambios en el equilibrio de los adultos mayores.

#### **6.4.5.- EFECTOS SOBRE LAS CAÍDAS**

La tasa de incidencia de caídas de nuestra muestra se encontraba dentro de un rango similar al que se ha descrito en otros estudios realizados con adultos mayores (110,181,196,246).

El porcentaje de personas que no se habían caído al principio del estudio alcanzó a más de dos tercios de la muestra. Este porcentaje es muy alto comparado con otros estudios (181,195,196,200,245,257), siendo nuestra muestra relativamente funcional y poco afectada por las caídas. Tras el período de intervención, el porcentaje de personas que no cayeron aumentó, así como disminuyó el porcentaje de aquellos que habían caído en dos o más ocasiones. No son datos comparables, ya que el período de intervención fueron 6 meses, frente al año que se tuvo en cuenta antes de realizar el

estudio, pero parece que existe una tendencia a la reducción de las personas tienen caídas recurrentes.

Cuando se analizaron los resultados, no se encontraron cambios estadísticamente significativos en cuanto a la incidencia de las caídas en los adultos mayores. Aunque el riesgo de caídas disminuyó, no se vio esta relación en cuanto a las caídas que sufrieron los participantes a nivel estadístico. Esto mismo ocurrió en otros estudios realizados con una metodología similar a la nuestra (107,110,192,200,209,257). Algunos estudios encontraron cambios significativos tras realizar sus estudios, pero el período de intervención fue superior al nuestro, al menos en el doble de tiempo, como el realizado por Miko y col. durante un año (258) o el realizado por Hars y col. donde el período de seguimiento fueron cuatro años (181). Esto sugiere que nuestro período de seguimiento fue insuficiente para detectar cambios en este sentido. A pesar de ello, aunque no se detectaron cambios estadísticamente significativos, sí que se apreciaron diferencias clínicamente relevantes.

## **6.5.- LIMITACIONES DEL ESTUDIO**

Los resultados y conclusiones de nuestro estudio deben considerarse teniendo en cuenta las limitaciones que presenta nuestro estudio.

La población de nuestro estudio es una población de conveniencia. Nuestra muestra está formada por voluntarios que han mostrado su deseo de participar en el estudio, no ha sido seleccionada aleatoriamente mediante un listado censal, una base de datos o un registro. Sin embargo, a pesar de

haber sido una población de conveniencia, se ha realizado una aleatorización en el proceso para intentar sesgar lo menos posible el estudio.

La muestra presenta una clara descompensación entre sexos a favor de las mujeres, a pesar de no presentar diferencias significativas entre ellos. Esto puede suponer que los resultados se encuentren condicionados por esta variable.

La falta de recursos económicos y humanos, no permitió realizar una revisión de seguimiento para determinar los efectos de nuestro programa a largo plazo. Uno de los aspectos que nos gustaría haber determinado es si la realización del programa influye sobre los hábitos de las personas que eran previamente sedentarias, si mantuvieron el estilo de vida activo tras finalizar la actividad. En el caso de que volvieran a un estilo de vida sedentario, también nos interesaría haber conocido es si los cambios sobre el equilibrio se mantuvieron o se perdieron las ganancias obtenidas. Es uno de los aspectos que habrá que tener en cuenta en futuros estudios.

Debido a estas limitaciones, la validez externa de nuestro estudio está restringida y la extrapolación de los resultados no puede generalizarse a toda la población de adultos mayores. Sólo podemos extrapolar los resultados a poblaciones con características similares a la nuestra.

## **6.6.- DISCUSIÓN FINAL**

El envejecimiento se asocia a una disminución del equilibrio en adultos mayores, incluso aunque éstos se mantengan activos y funcionales. Esta reducción en el equilibrio se relaciona con un aumento en el riesgo y la



incidencia de caídas. Si además los adultos mayores son sedentarios, estos cambios son de mayor importancia según la literatura (130,132).

A pesar de que se describe una peor situación de equilibrio y riesgo de caídas en las personas sedentarias, en nuestro estudio no se han detectado estas diferencias entre activos y sedentarios. Donde se han detectado diferencias es en la capacidad de marcha y en la fuerza de las extremidades inferiores, lo cuál es esperable, ya que las personas activas entrenan estos parámetros. Tampoco se han detectado cambios en los adultos mayores en función de su IMC, al contrario de lo propuesto por Luttgens y Wells (3). Es en la edad de los participantes dónde parece que residen las mayores diferencias, existiendo entre los tres grupos de edad propuestos. Para determinar estas diferencias, la FAB ha demostrado ser la escala más sensible a pequeños cambios y parece ser la herramienta más útil para evaluar el equilibrio de adultos mayores altamente funcionales. Del mismo modo, cabe destacar que, aunque el TUG es la prueba funcional más empleada en la detección del riesgo de caídas, en nuestro estudio ha demostrado ser insuficiente para detectar pequeños cambios en este riesgo, por lo que parece no ser la prueba de elección en adultos mayores sanos y altamente funcionales.

Numerosos estudios han demostrado la eficacia del ejercicio físico para reducir el impacto de estos cambios, favoreciendo un mejor equilibrio y reduciendo el riesgo de caídas. Los programas de entrenamiento que mejores resultados han demostrado son aquellos que implican ejercicios multimodales, que incluyen el entrenamiento del equilibrio, la fuerza, la resistencia y la flexibilidad, como se recoge en la revisión realizada por Jadczak y col. (237). También es importante la dificultad progresiva del

programa, adaptando individualmente los ejercicios a la capacidad funcional de cada persona (106,200,235). Además, complementar el programa con ejercicios en el domicilio parece ser importante a la hora de mejorar los resultados (196,241).

Teniendo en cuenta estos factores, se ha diseñado el Programa de Equilibrio, que ha demostrado su eficacia en nuestra muestra de estudio. Los grupos de intervención han mejorado significativamente su equilibrio y se ha reducido, del mismo modo, el riesgo de caídas en los participantes. No se han encontrado diferencias entre los dos grupos de intervención, siendo igual de efectivo tanto en adultos mayores activos como en sedentarios.

También ha mostrado una gran adherencia por parte de todos los participantes, demostrando ser una herramienta válida para implicar a personas sedentarias en un programa de ejercicio físico y, así, intentar reducir los efectos negativos asociados al sedentarismo (123,128).

Con respecto al grupo control, no se han podido detectar cambios. A pesar de que el programa de ejercicios en el domicilio empleado es útil para mejorar el riesgo de caídas en adultos mayores (236,260), la falta de seguimiento y visitas parece llevar al abandono del mismo, deshechando los beneficios que podrían obtenerse de su realización periódica.

La incidencia de caídas no ha sido modificada tras la realización del mismo, por lo que, aunque nuestro programa ha demostrado su eficacia para el riesgo de caídas y el equilibrio, se presenta como insuficiente para tratar esta problemática en un periodo de 24 semanas. Otros estudios han mostrado su eficacia pero se realizan con un mayor tiempo de seguimiento (181,258). Por

ello, consideramos fundamental continuar con esta línea de investigación para corroborar el efecto de nuestro programa a largo plazo.





## **7.- CONCLUSIONES**

---



1. Es posible diseñar un protocolo de ejercicios específicos de control postural para adultos mayores que mejore su equilibrio y reduzca su riesgo de caídas.
2. El protocolo de ejercicios diseñado ha demostrado tener una aplicación viable durante 24 semanas en personas pertenecientes a los centros de mayores del Ayuntamiento de Salamanca.
3. Los adultos mayores sanos, funcionales y no institucionalizados que participaron en el estudio han demostrado tener un buen estado de equilibrio y un riesgo de caídas relativamente bajo.
4. Los adultos mayores activos que participaron en el estudio, antes de realizar la intervención, presentaron una mejor calidad de marcha y fuerza en extremidades inferiores que los participantes sedentarios, pero mostraron un estado similar en cuanto a equilibrio.
5. Los adultos mayores sanos, funcionales y no institucionalizados mayores de 80 años mostraron peor equilibrio y mayor riesgo de caídas que el resto de participantes antes de realizar la intervención.
6. El protocolo de ejercicios de control postural ha demostrado ser eficaz para la mejora del equilibrio y la disminución del riesgo de caídas en adultos mayores sanos, funcionales y no institucionalizados, medido según las diferentes pruebas funcionales aplicadas antes y después de la intervención.

7. El protocolo de ejercicios de control postural ha demostrado ser más eficaz para la mejora del equilibrio y la disminución del riesgo de caídas en adultos mayores sanos, funcionales y no institucionalizados menores de 80 años.
8. Después de la realización de un protocolo de 24 semanas con ejercicios de control postural, la escala de equilibrio para adultos mayores más sensible a los cambios producidos es la Escala de Equilibrio Avanzada de Fullerton.





## **8.- BIBLIOGRAFÍA**

---

---

---

1. Cardinali DP. Neurociencia aplicada: sus fundamentos. Madrid: Médica Panamericana; 2007.
2. Collado S, Pérez C, Carrillo JM. Motricidad: fundamentos y aplicaciones. Madrid: Dykinson; 2004.
3. Wells KF. Kinesiología: bases científicas del movimiento humano. New York: Saunders College; 1985.
4. Schwartz JH, Kandel ER, Jessell TM. Principios de neurociencia. Madrid [etc: McGraw-Hill-Interamericana; 2001.
5. Paeth Rohlfs B. Experiencias con el concepto bobath: fundamentos, tratamiento, casos. Madrid: Médica Panamericana; 2007.
6. Shumway-Cook A, Woollacott MH. Motor control: translating research into clinical practice. 4th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins; 2012. 641 p.
7. Sibley KM, Beauchamp MK, Van Ooteghem K, Paterson M, Wittmeier KD. Components of Standing Postural Control Evaluated in Pediatric Balance Measures: A Scoping Review. Arch Phys Med Rehabil. 2017 Oct;98(10):2066–78.e4.
8. Sibley KM, Mochizuki G, Lakhani B, McIlroy WE. Autonomic contributions in postural control: a review of the evidence. Rev Neurosci [Internet]. 2014 Jan 1 [citado 23 Sep 2018];25(5). Disponible en: <https://www.degruyter.com/view/j/revneuro.2014.25.issue-5/revneuro-2014-0011/revneuro-2014-0011.xml>
9. Ko JH, Challis JH, Newell KM. Transition of COM–COP relative phase in a dynamic balance task. Hum Mov Sci. 2014 Dec;38:1–14.
10. Vassar RL, Rose J. Motor systems and postural instability. In: Handbook of Clinical Neurology [Internet]. Elsevier; 2014 [cited 23 Sep 2018]. p. 237–51. Disponible en: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B978044462619600015X>
11. Horak FB, Shupert CL, Mirka A. Components of postural dyscontrol in the elderly: a review. Neurobiol Aging. 1989 Dec;10(6):727–38.
12. Feldman AG. The Relationship Between Postural and Movement Stability. In: Laczko J, Latash ML, editors. Progress in Motor Control [Internet]. Cham: Springer International Publishing; 2016 [cited 23 Sep 2018]. p. 105–20. Disponible en: [http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-47313-0\\_6](http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-47313-0_6)
13. Vojta V, Adam J, Blanco MC, Schweizer E, Sánchez P, Vojta V. El descubrimiento de la motricidad ideal: el desarrollo de los patrones motores innatos en el primer año de vida: análisis cinesiológico y muscular. Ediciones Morata, S.L.; 2013.
14. Sánchez P, Pardo P, Varela E, del Pino E. La locomoción refleja de Vojta como principio terapéutico. Rehabilitación. 1997;31(6):440–7.

15. Nagai K, Yamada M, Mori S, Tanaka B, Uemura K, Aoyama T, et al. Effect of the muscle coactivation during quiet standing on dynamic postural control in older adults. *Arch Gerontol Geriatr*. 2013 Jan;56(1):129–33.
16. Henneman E, Somjen G, Carpenter DO. Functional significance of cell size in spinal motoneurons. *J Neurophysiol*. 1965 May;28(3):560–80.
17. Bronstein AM. Multisensory integration in balance control. In: *Handbook of Clinical Neurology* [Internet]. Elsevier; 2016 [citado 22 Sep 2018]. p. 57–66. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780444634375000042>
18. Bolton DAE. The role of the cerebral cortex in postural responses to externally induced perturbations. *Neurosci Biobehav Rev*. 2015 Oct;57:142–55.
19. Lelard T, Ahmaidi S. Effects of physical training on age-related balance and postural control. *Neurophysiol Clin Clin Neurophysiol*. 2015 Nov;45(4-5):357–69.
20. Lázaro M, Cuesta F, León A, Sánchez C, Feijoo R, Montiel M, et al. Valor de la posturografía en ancianos con caídas de repetición. *Med Clínica*. 2005 Feb;124(6):207–10.
21. Oba N, Sasagawa S, Yamamoto A, Nakazawa K. Difference in Postural Control during Quiet Standing between Young Children and Adults: Assessment with Center of Mass Acceleration. *PloS One*. 2015;10(10):e0140235.
22. Martín AM. Prevención de las caídas en las personas mayores a partir del tratamiento fisioterápico del desequilibrio postural. [Tesis doctoral]. Área de Fisioterapia. E.U. de Enfermería y Fisioterapia. Universidad de Salamanca; 2007.
23. Hernández N, Álvarez G, Bravo F, Carlo Vieira J, Reina EA, Manuel Herrera J. Validación de la prueba de Romberg Modificada para la determinación del tiempo de propiocepción inconciente en adultos sanos. *Rev Colomb Ortop Traumatol*. 2018 Jun;32(2):93–9.
24. Vellas BJ, Wayne SJ, Romero L, Baumgartner RN, Rubenstein LZ, Garry PJ. One-leg balance is an important predictor of injurious falls in older persons. *J Am Geriatr Soc*. 1997 Jun;45(6):735–8.
25. Rossiter-Fornoff JE, Wolf SL, Wolfson LI, Buchner DM. A cross-sectional validation study of the FICSIT common data base static balance measures. *Frailty and Injuries: Cooperative Studies of Intervention Techniques*. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 1995 Nov;50(6):M291–7.
26. Lord SR, Ward JA, Williams P. Exercise effect on dynamic stability in older women: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 1996 Mar;77(3):232–6.
27. de Waroquier-Leroy L, Bleuse S, Serafi R, Watelain E, Pardessus V, Tiffreau AV, et al. The Functional Reach Test: strategies, performance and the influence of age. *Ann Phys Rehabil Med*. 2014 Sep;57(6-7):452–64.

- 
28. Moore M, Barker K. The validity and reliability of the four square step test in different adult populations: a systematic review. *Syst Rev*. 2017 11;6(1):187.
  29. Chiu AYY, Au-Yeung SSY, Lo SK. A comparison of four functional tests in discriminating fallers from non-fallers in older people. *Disabil Rehabil*. 2003 Jan 7;25(1):45–50.
  30. Downs S, Marquez J, Chiarelli P. Normative scores on the Berg Balance Scale decline after age 70 years in healthy community-dwelling people: a systematic review. *J Physiother*. 2014 Jun;60(2):85–9.
  31. Hernandez D, Rose DJ. Predicting Which Older Adults Will or Will Not Fall Using the Fullerton Advanced Balance Scale. *Arch Phys Med Rehabil*. 2008 Dec;89(12):2309–15.
  32. Organización Mundial de la Salud. Envejecimiento y salud [Internet]. Centro de prensa. 2018 [citado 12 Sep 2017]. Disponible en: <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/envejecimiento-y-salud>
  33. Vidal, MJ, Labeaga, JM, Casado, P, Madrigal, A, López, J, Montero, A, et al. Informe 2016. Las Personas Mayores en España [Internet]. Madrid: Instituto de Mayores y Servicios Sociales (IMSERSO); 2017 [citado 12 Sep 2018] p. 540. (Documentos Técnicos y Estadísticos). Disponible en: [www.imserso.es/InterPresent1/groups/imserso/.../112017001\\_informe-2016-persona.pdf](http://www.imserso.es/InterPresent1/groups/imserso/.../112017001_informe-2016-persona.pdf)
  34. Organización Mundial de la Salud. Informe mundial sobre el envejecimiento y la salud [Internet]. Estados Unidos de América: Organización Mundial de la Salud; 2015 [citado 14 Sep 2018] p. 282. Disponible en: [http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/186466/9789240694873\\_spa.pdf;jsessionid=6D03815CF2434BFD82415CC83A5B3397?sequence=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/186466/9789240694873_spa.pdf;jsessionid=6D03815CF2434BFD82415CC83A5B3397?sequence=1)
  35. INE. Anuario Estadístico de España 2018 [Internet]. Instituto Nacional de Estadística; 2018 [citado 14 Sep 2018] p. 616. Report No.: 2. Disponible en: [http://www.ine.es/prodyser/pubweb/anuario18/anu18\\_completo.pdf](http://www.ine.es/prodyser/pubweb/anuario18/anu18_completo.pdf)
  36. Macías JF. Geriatria desde el principio. Barcelona: Glosa; 2001.
  37. García M, Gómez J, Gallo J. Conceptos básicos de geriatría y gerontología. Madrid: Fuden Enfo; 2007.
  38. De Grey ADNJ, Rae M. El fin del envejecimiento los avances que podrían revertir el envejecimiento humano durante nuestra vida. Berlin: Lola Books; 2013.
  39. Moron J. Evolucionismo y vejez. *Inf Psiquiátricas*. 217AD;(228):149–55.
  40. Hayflick L, Moorhead PS. The serial cultivation of human diploid cell strains. *Exp Cell Res*. 1961 Dec;25:585–621.
  41. Luft FC. Approaching the Hayflick limit. *Trends Cardiovasc Med*. 2015 Apr;25(3):240–2.
-

- 
42. Harley CB, Futcher AB, Greider CW. Telomeres shorten during ageing of human fibroblasts. *Nature*. 1990 May;345(6274):458–60.
  43. Kirkwood TBL, Rose MR. Evolution of senescence: late survival sacrificed for reproduction. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 1991 Apr 29;332(1262):15–24.
  44. Harman D. Aging: a theory based on free radical and radiation chemistry. *J Gerontol*. 1956 Jul;11(3):298–300.
  45. Barja G. The Mitochondrial Free Radical Theory of Aging. In: *Progress in Molecular Biology and Translational Science* [Internet]. Elsevier; 2014 [citado 12 Sep 2018]. p. 1–27. Disponible en: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780123946256000015>
  46. Paredes F, Roca JJ. Influencia de los radicales libres en el envejecimiento celular. *Offarm*. 2002;21(7):96–100.
  47. Pamplona R. Restricción calórica y envejecimiento en humanos. *Rev Esp Geriatria Gerontol*. 2009 Jul;44(4):225–30.
  48. Nylén P, Favero F, Glimne S, Teär Fahnehjelm K, Eklund J. Vision, light and aging: A literature overview on older-age workers. *Work*. 2014;(3):399–412.
  49. Tun PA, Williams VA, Small BJ, Hafter ER. The Effects of Aging on Auditory Processing and Cognition. *Am J Audiol*. 2012 Dec 1;21(2):344.
  50. Methven L, Allen VJ, Withers CA, Gosney MA. Ageing and taste. *Proc Nutr Soc*. 2012 Nov;71(04):556–65.
  51. Bianchi A-J, Guépet-Sordet H, Manckoundia P. Modifications de l'olfaction au cours du vieillissement et de certaines pathologies neurodégénératives : mise au point. *Rev Médecine Interne*. 2015 Jan;36(1):31–7.
  52. Decorps J, Saumet JL, Sommer P, Sigaucho-Roussel D, Fromy B. Effect of ageing on tactile transduction processes. *Ageing Res Rev*. 2014 Jan;13:90–9.
  53. Curtis E, Litwic A, Cooper C, Dennison E. Determinants of Muscle and Bone Aging. *J Cell Physiol*. 2015 Nov;230(11):2618–25.
  54. Paneni F, Diaz Cañestro C, Libby P, Lüscher TF, Camici GG. The Aging Cardiovascular System. *J Am Coll Cardiol*. 2017 Apr;69(15):1952–67.
  55. Ketata W, Rekik WK, Ayadi H, Kammoun S. Vieillissement de l'appareil respiratoire : modifications anatomiques et conséquences physiologiques. *Rev Pneumol Clin*. 2012 Oct;68(5):282–9.
  56. Bolignano D, Mattace-Raso F, Sijbrands EJG, Zoccali C. The aging kidney revisited: A systematic review. *Ageing Res Rev*. 2014 Mar;14:65–80.
  57. Garrett D, Tomlin K. Incontinence and sexuality in later life. *Nurs Older People*. 2015 Jun 25;27(6):26–9.
-

- 
58. Baker NR, Blakely KK. Gastrointestinal Disturbances in the Elderly. *Nurs Clin North Am*. 2017 Sep;52(3):419–31.
  59. Berg K. Balance and its measure in the elderly: a review. *Physiother Can*. 1989 Sep;41(5):240–6.
  60. Eibling D. Balance Disorders in Older Adults. *Clin Geriatr Med*. 2018 May;34(2):175–81.
  61. Sturnieks DL, St George R, Lord SR. Balance disorders in the elderly. *Neurophysiol Clin Clin Neurophysiol*. 2008 Dec;38(6):467–78.
  62. Rossi M, Santos S, Faraldo A, Vaamonde I, Gayoso P, del Río M, et al. Impact of obesity in elderly patients with postural instability. *Aging Clin Exp Res*. 2016 Jun;28(3):423–8.
  63. Boisgontier MP, Cheval B, Chalavi S, van Ruitenbeek P, Leunissen I, Levin O, et al. Individual differences in brainstem and basal ganglia structure predict postural control and balance loss in young and older adults. *Neurobiol Aging*. 2017 Feb;50:47–59.
  64. Muehlbauer T, Gollhofer A, Granacher U. Associations Between Measures of Balance and Lower-Extremity Muscle Strength/Power in Healthy Individuals Across the Lifespan: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med Auckl NZ*. 2015 Dec;45(12):1671–92.
  65. Organización Mundial de la Salud. Caídas [Internet]. Centro de prensa. 2018 [citado 9 Ago 2018]. Disponible en: <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/falls>
  66. Rubenstein LZ. Falls in older people: epidemiology, risk factors and strategies for prevention. *Age Ageing*. 2006 Sep;35 Suppl 2:ii37–41.
  67. Heinimann NB, Kressig RW. Accidental falls in the elderly. *Praxis*. 2014 Jun 18;103(13):767–73.
  68. Jalali MM, Gerami H, Heidarzadeh A, Soleimani R. Balance performance in older adults and its relationship with falling. *Aging Clin Exp Res*. 2015 Jun;27(3):287–96.
  69. Lavedán A, Jürschik P, Botigué T, Nuin C, Viladrosa M. Prevalencia y factores asociados a caídas en adultos mayores que viven en la comunidad. *Aten Primaria*. 2015 Jun;47(6):367–75.
  70. Rodríguez A, Narvaiza L, Gálvez C, de la Cruz JJ, Ruíz J, Gonzalo N, et al. Caídas en la población anciana española: incidencia, consecuencias y factores de riesgo. *Rev Esp Geriatria Gerontol*. 2015 Nov;50(6):274–80.
  71. Varas F, Castro E, Pérula LÁ, Fernández MJ, Ruiz R, Enciso I. Caídas en ancianos de la comunidad: prevalencia, consecuencias y factores asociados. *Aten Primaria*. 2006 Nov;38(8):450–5.
-

- 
72. Silva ZA, Gómez A, Sobral M. Epidemiology of falls in the elderly in Spain: a systematic review. *Rev Esp Salud Publica*. 2008 Feb;82(1):43–55.
  73. Tideiksaar R. Caídas en ancianos: prevención y tratamiento. Barcelona: Masson; 2005.
  74. Lázaro M. Evaluación del anciano con caídas de repetición. Madrid: Fundacion Mafre Medicina; 1998.
  75. Kendrick D, Kumar A, Carpenter H, Zijlstra GAR, Skelton DA, Cook JR, et al. Exercise for reducing fear of falling in older people living in the community. *Cochrane Database Syst Rev*. 2014 Nov 28;(11):CD009848.
  76. Copeland JL, Ashe MC, Biddle SJ, Brown WJ, Buman MP, Chastin S, et al. Sedentary time in older adults: a critical review of measurement, associations with health, and interventions. *Br J Sports Med*. 2017 Nov;51(21):1539.
  77. While A. Minimising the cost of falls. *Br J Community Nurs*. 2014 Aug 2;19(8):414–414.
  78. Church JL, Haas MR, Goodall S. Cost Effectiveness of Falls and Injury Prevention Strategies for Older Adults Living in Residential Aged Care Facilities. *Pharmacoeconomics*. 2015 Dec;33(12):1301–10.
  79. Mills KM, Sadler S, Peterson K, Pang L. An Economic Evaluation of Preventing Falls Using a New Exercise Program in Institutionalized Elderly. *J Phys Act Health*. 2018 Jun 1;15(6):397–402.
  80. Campo A. Estudio de evaluación económica de la accidentabilidad de las personas mayores en España. Madrid: Fundación Mapfre; 2012.
  81. Gadelha AB, Neri SGR, Oliveira RJ de, Bottaro M, David AC de, Vainshelboim B, et al. Severity of sarcopenia is associated with postural balance and risk of falls in community-dwelling older women. *Exp Aging Res*. 2018 Jun;44(3):258–69.
  82. Milos V, Bondesson Å, Magnusson M, Jakobsson U, Westerlund T, Midlöv P. Fall risk-increasing drugs and falls: a cross-sectional study among elderly patients in primary care. *BMC Geriatr*. 2014 Mar 27;14:40.
  83. Tinetti ME, Speechley M, Ginter SF. Risk factors for falls among elderly persons living in the community. *N Engl J Med*. 1988 Dec 29;319(26):1701–7.
  84. González RL, Rodríguez MM, Ferro MJ, García JR. Caídas en el anciano. Consideraciones generales y prevención. *Rev Cuba Med Gen Integr*. 1999;15(1):98–102.
  85. Méndez R. Evaluación y análisis de la eficacia del trabajo de la flexibilidad de la cadena miofascial recta posterior y del equilibrio sobre el alcance funcional como predictor de caídas en personas mayores que realizan revitalización geriátrica [Tesis doctoral]. Área de Fisioterapia. Departamento de Física, Ingeniería y Radiología Médica. Universidad de Salamanca; 2014.
-



- 
86. Porta M, Miralles R, Conill C, Sánchez C, Pastor M, Felip J, et al. Registro de caídas del Centro Geriátrico Municipal de Barcelona. Características de las caídas y perfil de los pacientes. *Rev Esp Geriatria Gerontol*. 2001 Jan;36(5):270–5.
  87. Bischoff HA, Stähelin HB, Monsch AU, Iversen MD, Weyh A, von Dechend M, et al. Identifying a cut-off point for normal mobility: a comparison of the timed “up and go” test in community-dwelling and institutionalised elderly women. *Age Ageing*. 2003 May;32(3):315–20.
  88. Sarabon N, Löfler S, Hosszu G, Hofer C. Mobility Test Protocols for the Elderly: A Methodological Note. *Eur J Transl Myol*. 2015 Aug 24;25(4):253–6.
  89. Beegan L, Messinger-Rapport BJ. Stand by me! Reducing the risk of injurious falls in older adults. *Cleve Clin J Med*. 2015 May;82(5):301–7.
  90. Booth FW, Roberts CK, Laye MJ. Lack of Exercise Is a Major Cause of Chronic Diseases. In: Terjung R, editor. *Comprehensive Physiology* [Internet]. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc.; 2012 [citado 5 Sep 2018]. Disponible en: <http://doi.wiley.com/10.1002/cphy.c110025>
  91. Ramos P, Serrano P, Ribera JM, Ruipérez I, Serra JA, Aguado R, et al. Actividad física y ejercicio en los mayores. Hacia un envejecimiento activo [Internet]. Biblioteca Virtual de la Comunidad de Madrid; 2007 [citado 13 Aug 2018]. Disponible en: <http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM009178.pdf>
  92. Mora JC, Valencia WM. Exercise and Older Adults. *Clin Geriatr Med*. 2018 Feb;34(1):145–62.
  93. Levin O, Netz Y, Ziv G. The beneficial effects of different types of exercise interventions on motor and cognitive functions in older age: a systematic review. *Eur Rev Aging Phys Act Off J Eur Group Res Elder Phys Act*. 2017;14:20.
  94. Fiuza C, Santos A, Joyner M, Carrera P, Picazo O, Zugaza JL, et al. Exercise benefits in cardiovascular disease: beyond attenuation of traditional risk factors. *Nat Rev Cardiol* [Internet]. 2018 Aug 16 [citado 16 Sep 2018]; Disponible en: <http://www.nature.com/articles/s41569-018-0065-1>
  95. Spruit MA, Burtin C, De Boever P, Langer D, Vogiatzis I, Wouters EFM, et al. COPD and exercise: does it make a difference? *Breathe Sheff Engl*. 2016 Jun;12(2):e38–49.
  96. Veldhuijzen van Zanten JJCS, Rouse PC, Hale ED, Ntoumanis N, Metsios GS, Duda JL, et al. Perceived Barriers, Facilitators and Benefits for Regular Physical Activity and Exercise in Patients with Rheumatoid Arthritis: A Review of the Literature. *Sports Med Auckl NZ*. 2015 Oct;45(10):1401–12.
  97. Abdelhafiz AH, Sinclair AJ. Diabetes, Nutrition, and Exercise. *Clin Geriatr Med*. 2015 Aug;31(3):439–51.
-

- 
98. Villareal, DT, Chode, S, Parimi, N, Sinacore, DR, Hilton, T, Armamento-Villareal, R, et al. Weight Loss, Exercise, or Both and Physical Function in Obese Older Adults. *N Engl J Med*. 2011;364(13):1218–29.
  99. Harding AT, Beck BR. Exercise, Osteoporosis, and Bone Geometry. *Sports Basel Switz*. 2017 May 12;5(2).
  100. Nascimento CM, Ingles M, Salvador-Pascual A, Cominetti MR, Gomez-Cabrera MC, Viña J. Sarcopenia, frailty and their prevention by exercise. *Free Radic Biol Med* [Internet]. 2018 Aug [citado 16 Sep 2018]; Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0891584918314990>
  101. Gomes-Osman J, Cabral DF, Morris TP, McInerney K, Cahalin LP, Rundek T, et al. Exercise for cognitive brain health in aging: A systematic review for an evaluation of dose. *Neurol Clin Pract*. 2018 Jun;8(3):257–65.
  102. Bridle C, Spanjers K, Patel S, Atherton NM, Lamb SE. Effect of exercise on depression severity in older people: systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Br J Psychiatry*. 2012 Sep;201(03):180–5.
  103. Reid KJ, Baron KG, Lu B, Naylor E, Wolfe L, Zee PC. Aerobic exercise improves self-reported sleep and quality of life in older adults with insomnia. *Sleep Med*. 2010 Oct;11(9):934–40.
  104. Grossman DC, Curry SJ, Owens DK, Barry MJ, Caughey AB, et al. Interventions to Prevent Falls in Community-Dwelling Older Adults: US Preventive Services Task Force Recommendation Statement. *JAMA*. 2018 24;319(16):1696–704.
  105. Wooten SV, Signorile JF, Desai SS, Paine AK, Mooney K. Yoga meditation (YoMed) and its effect on proprioception and balance function in elders who have fallen: A randomized control study. *Complement Ther Med*. 2018 Feb;36:129–36.
  106. Zhuang J, Huang L, Wu Y, Zhang Y. The effectiveness of a combined exercise intervention on physical fitness factors related to falls in community-dwelling older adults. *Clin Interv Aging*. 2014;9:131–40.
  107. Barker AL, Talevski J, Bohensky MA, Brand CA, Cameron PA, Morello RT. Feasibility of Pilates exercise to decrease falls risk: a pilot randomized controlled trial in community-dwelling older people. *Clin Rehabil*. 2016 Oct;30(10):984–96.
  108. de Carvalho IF, Leme GLM, Scheicher ME. The Influence of Video Game Training with and without Subpatellar Bandage in Mobility and Gait Speed on Elderly Female Fallers. *J Aging Res*. 2018;2018:9415093.
  109. Meldrum D, Herdman S, Vance R, Murray D, Malone K, Duffy D, et al. Effectiveness of conventional versus virtual reality-based balance exercises in vestibular rehabilitation for unilateral peripheral vestibular loss: results of a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2015 Jul;96(7):1319–28.e1.
-

- 
110. Iliffe S, Kendrick D, Morris R, Masud T, Gage H, Skelton D, et al. Multicentre cluster randomised trial comparing a community group exercise programme and home-based exercise with usual care for people aged 65 years and over in primary care. *Health Technol Assess Winch Engl*. 2014 Aug;18(49):vii – xxvii, 1–105.
  111. Uusi-Rasi K, Patil R, Karinkanta S, Kannus P, Tokola K, Lamberg-Allardt C, et al. Exercise and vitamin D in fall prevention among older women: a randomized clinical trial. *JAMA Intern Med*. 2015 May;175(5):703–11.
  112. Zhao R, Feng F, Wang X. Exercise interventions and prevention of fall-related fractures in older people: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Int J Epidemiol*. 2017 01;46(1):149–61.
  113. Organización Mundial de la Salud. Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud [Internet]. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2010 [citado 8 Aug 2018]. Disponible en: [http://whqlibdoc.who.int/publications/2010/9789243599977\\_spa.pdf](http://whqlibdoc.who.int/publications/2010/9789243599977_spa.pdf)
  114. Salvador L, Cano A, Cabo J, Gómez R. Longevidad: tratado integral sobre salud en la segunda mitad de la vida. Madrid: Panamericana; 2004.
  115. Lee I-M, Shiroma EJ, Lobelo F, Puska P, Blair SN, Katzmarzyk PT, et al. Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *Lancet Lond Engl*. 2012 Jul 21;380(9838):219–29.
  116. Sedentary Behaviour Research Networ. Letter to the Editor: Standardized use of the terms “sedentary” and “sedentary behaviours.” *Appl Physiol Nutr Metab*. 2012 Jun;37(3):540–2.
  117. Mayo X, del Villar F, Jiménez A. Termómetro del sedentarismo en España: Informe sobre la inactividad física y el sedentarismo en la población adulta española. [Internet]. Madrid: Observatorio de la Vida Activa y Saludable de la Fundación España Activa. Centro de Estudios del Deporte, Universidad Rey Juan Carlos, CSIC.; 2017 [citado 9 May 2018] p. 55. Disponible en: [http://www.madrid.org/sumadeporte/attachments/article/884/Termometro\\_sedentaris\\_mo\\_espa%C3%B1a.pdf](http://www.madrid.org/sumadeporte/attachments/article/884/Termometro_sedentaris_mo_espa%C3%B1a.pdf)
  118. Organización Mundial de la Salud. Inactividad física: un problema de salud pública mundial. [Internet]. Estrategia mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud. 2018 [citado 9 May 2018]. Disponible en: [http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet\\_inactivity/es/](http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_inactivity/es/)
  119. Harvey JA, Chastin SFM, Skelton DA. Prevalence of sedentary behavior in older adults: a systematic review. *Int J Environ Res Public Health*. 2013 Dec 2;10(12):6645–61.
  120. Harvey JA, Chastin SFM, Skelton DA. How Sedentary are Older People? A Systematic Review of the Amount of Sedentary Behavior. *J Aging Phys Act*. 2015 Jul;23(3):471–87.
-

- 
121. Instituto Nacional de Estadística. Encuesta Europea de Salud en España 2014. [Internet]. España: Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad.; 2014 [citado 9 May 2018] p. 28. Disponible en: [https://www.msbs.gob.es/estadEstudios/estadisticas/EncuestaEuropea/Tend\\_salud\\_30\\_indic.pdf](https://www.msbs.gob.es/estadEstudios/estadisticas/EncuestaEuropea/Tend_salud_30_indic.pdf)
  122. Ministerio de Salud, Servicios Sociales e Igualdad. Distribución porcentual de los determinantes de salud de la Encuesta Europea de Salud en España 2014. [Internet]. 2014 [citado 9 May 2018]. Disponible en: <https://www.msbs.gob.es/estadEstudios/estadisticas/EncuestaEuropea/pdf/MODULO3RELATIVOweb.pdf>
  123. Lurati AR. Health Issues and Injury Risks Associated With Prolonged Sitting and Sedentary Lifestyles. *Workplace Health Saf.* 2018 Jun;66(6):285–90.
  124. de Castro LH, de Carvalho LBC, Yanaguibashi G, do Prado GF. Physically active elderly women sleep more and better than sedentary women. *Sleep Med.* 2008 Jul;9(5):488–93.
  125. Mañas A, Del Pozo B, García FJ, Guadalupe A, Ara I. Role of objectively measured sedentary behaviour in physical performance, frailty and mortality among older adults: A short systematic review. *Eur J Sport Sci.* 2017 Aug;17(7):940–53.
  126. de Rezende LFM, Rey JP, Matsudo VKR, do Carmo O. Sedentary behavior and health outcomes among older adults: a systematic review. *BMC Public Health.* 2014 Apr 9;14:333.
  127. Wirth K, Klenk J, Brefka S, Dallmeier D, Faehling K, Roqué I Figuls M, et al. Biomarkers associated with sedentary behaviour in older adults: A systematic review. *Ageing Res Rev.* 2017 May;35:87–111.
  128. Wullems JA, Verschueren SMP, Degens H, Morse CI, Onambélé GL. A review of the assessment and prevalence of sedentarism in older adults, its physiology/health impact and non-exercise mobility counter-measures. *Biogerontology.* 2016;17(3):547–65.
  129. Ding D, Lawson KD, Kolbe-Alexander TL, Finkelstein EA, Katzmarzyk PT, van Mechelen W, et al. The economic burden of physical inactivity: a global analysis of major non-communicable diseases. *The Lancet.* 2016 Sep;388(10051):1311–24.
  130. Unhjem R, van den Hoven LT, Nygård M, Hoff J, Wang E. Functional Performance With Age: The Role of Long-Term Strength Training. *J Geriatr Phys Ther* 2001. 2017 Aug 3;
  131. Rosenberg DE, Bellettiere J, Gardiner PA, Villarreal VN, Crist K, Kerr J. Independent Associations Between Sedentary Behaviors and Mental, Cognitive, Physical, and Functional Health Among Older Adults in Retirement Communities. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2016 Jan;71(1):78–83.
-

- 
132. Ikezoe T, Asakawa Y, Shima H, Kishibuchi K, Ichihashi N. Daytime physical activity patterns and physical fitness in institutionalized elderly women: an exploratory study. *Arch Gerontol Geriatr*. 2013 Oct;57(2):221–5.
  133. Martin A, Fitzsimons C, Jepson R, Saunders DH, van der Ploeg HP, Teixeira PJ, et al. Interventions with potential to reduce sedentary time in adults: systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*. 2015 Aug;49(16):1056–63.
  134. Qiu S, Cai X, Ju C, Sun Z, Yin H, Zügel M, et al. Step Counter Use and Sedentary Time in Adults: A Meta-Analysis. *Medicine (Baltimore)*. 2015 Sep;94(35):e1412.
  135. Ayuntamiento de Salamanca. Revitalización [Internet]. Ayuntamiento de Salamanca: Mayores. [citado 8 Aug 2018]. Disponible en: <http://mayores.aytosalamanca.es/es/actividadesejerciciofisico/revitalizaciongeriatrica/>
  136. Europa Press. El Ayuntamiento de Salamanca estrena un nuevo programa para mejorar el sentido del equilibrio en personas mayores. 20 Minutos [Internet]. 2016 Oct 10 [cited 8 Aug 2018]; Disponible en: <https://www.20minutos.es/noticia/2859049/0/ayuntamiento-salamanca-estrena-nuevo-programa-para-mejorar-sentido-equilibrio-personas-mayores/>
  137. Universidad de Salamanca. El consistorio lanza un programa inédito para que los mayores mejoren su sentido del equilibrio. [Internet]. Comunicación Universidad de Salamanca. 2016 Oct 11 [citado 8 Aug 2018]; Disponible en: <https://saladeprensa.usal.es/node/103162>.
  138. Rose DJ. Fallproof! a comprehensive balance and mobility training program. 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics; 2010. 313 p.
  139. Rose DJ. Reducing the risk of falls among older adults: the Fallproof Balance and Mobility Program. *Curr Sports Med Rep*. 2011 Jun;10(3):151–6.
  140. Otago Medical School. Otago exercise programme to prevent falls in older adults. [Internet]. Otago: University of Otago; 2003 [citado 8 Aug 2018]. Disponible en: <https://www.acc.co.nz/assets/injury-prevention/acc1162-otago-exercise-manual.pdf>
  141. Casterad JC, Serra JR, Betrán M.. Efectos de un programa de actividad física sobre los parámetros cardiovasculares en una población de la tercera edad. *Act Física Salud*. 73:42–8.
  142. American college of sports medicine. ACSM'S Guidelines for exercise testing and prescription. Philadelphia: Wolters Kluwer Health; 2013.
  143. American College of Sports Medicine Position Stand. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*. 1998 Jun;30(6):975–91.
  144. Martínez LF, Santos ML, Casimiro AJ. Condición física y salud: Un modelo didáctico de sesión para personas mayores. *J Med Sci Phys Act Sport*. 2009;9(34):140–57.
-

- 
145. Corrales BS, de Hoyo M. Análisis de las clases de mantenimiento para la tercera edad. *Educ Física Deport.* 2006;(98):36.
  146. American Hospital Association/Health Research & Educational Trust. Tools to implement the otago exercise program: A program to reduce falls. [Internet]. 2016 [citado 13 Aug 2018]. Disponible en: <http://www.hret-hiin.org/resources/display/tools-to-implement-the-otago-exercise-program-a-program-to-reduce-falls>
  147. Barbero FJ. Evaluación y análisis de la capacidad funcional en personas mayores que realizan revitalización geriátrica en un periodo de cuatro años [Tesis Doctoral]. Área de Fisioterapia. Departamento de Enfermería y Fisioterapia. Universidad de Salamanca; 2016.
  148. World Health Organization. BMI classification [Internet]. 2018 [citado 9 Aug 2018]. Disponible en: [http://apps.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro\\_3.html](http://apps.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro_3.html)
  149. Puente AS. Influencia de un programa de revitalización geriátrica como actividad física sobre la densidad mineral ósea y el riesgo de caídas en personas con enfermedad de Alzheimer [Tesis doctoral]. Departamento de medicina. Universidad de Salamanca; 2014.
  150. Lin MR, Hwang HF, Hu MH, Wu HDI, Wang YW, Huang FC. Psychometric comparisons of the timed up and go, one-leg stand, functional reach, and Tinetti balance measures in community-dwelling older people. *J Am Geriatr Soc.* 2004 Aug;52(8):1343–8.
  151. Harada N, Chiu V, Damron-Rodriguez J, Fowler E, Siu A, Reuben DB. Screening for balance and mobility impairment in elderly individuals living in residential care facilities. *Phys Ther.* 1995 Jun;75(6):462–9.
  152. Trueblood Peggy R., Hodson-Chennault, Nichole, McCubbin, Annette, Youngclarke, Davin. Performance and Impairment-Based Assessments Among Community Dwelling Elderly: Sensitivity and Specificity. *J Geriatr Phys Ther.* 2001;24(1).
  153. van Iersel MB, Benraad CEM, Rikkert MGMO. Validity and reliability of quantitative gait analysis in geriatric patients with and without dementia. *J Am Geriatr Soc.* 2007 Apr;55(4):632–4.
  154. Kegelmeyer DA, Kloos AD, Thomas KM, Kostyk SK. Reliability and validity of the Tinetti Mobility Test for individuals with Parkinson disease. *Phys Ther.* 2007 Oct;87(10):1369–78.
  155. Kloos AD, Kegelmeyer DA, Young GS, Kostyk SK. Fall risk assessment using the Tinetti mobility test in individuals with Huntington's disease. *Mov Disord Off J Mov Disord Soc.* 2010 Dec 15;25(16):2838–44.
  156. Köpke S, Meyer G. The Tinetti test: Babylon in geriatric assessment. *Z Gerontol Geriatr.* 2006 Aug;39(4):288–91.
-

- 
157. Roqueta C, de Jaime E, Miralles R, Maria Cervera A. Experiencia en la evaluación del riesgo de caídas. Comparación entre el test de Tinetti y el Timed Up & Go. *Rev Esp Geriatria Gerontol*. 2007 Nov;42(6):319–27.
  158. Shumway-Cook A, Brauer S, Woollacott M. Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the Timed Up & Go Test. *Phys Ther*. 2000 Sep;80(9):896–903.
  159. Nightingale CJ, Mitchell SN, Butterfield SA. Validation of the Timed Up and Go Test for Assessing Balance Variables in Adults Aged 65 and Older. *J Aging Phys Act*. 2018 Aug 17;1–15.
  160. Beauchet O, Fantino B, Allali G, Muir SW, Montero-Odasso M, Annweiler C. Timed up and go test and risk of falls in older adults: A systematic review. *J Nutr Health Aging*. 2011 Dec;15(10):933–8.
  161. Podsiadlo D, Richardson S. The timed “Up & Go”: a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc*. 1991 Feb;39(2):142–8.
  162. Rose DJ, C. Jessie Jones, Nicole Lucchese. Predicting the Probability of Falls in Community- Residing Older Adults Using the 8-Foot Up-and-Go: A New Measure of Functional Mobility. *J Aging Phys Act*. 2002;10:466–75.
  163. Whitney JC, Lord SR, Close JCT. Streamlining assessment and intervention in a falls clinic using the Timed Up and Go Test and Physiological Profile Assessments. *Age Ageing*. 2005 Nov 1;34(6):567–71.
  164. Criter RE, Honaker JA. Identifying Balance Measures Most Likely to Identify Recent Falls. *J Geriatr Phys Ther* 2001. 2016 Mar;39(1):30–7.
  165. Martínez Á. Análisis del riesgo de caídas en ancianos institucionalizados mediante escalas de marcha y equilibrio [Tesis doctoral]. Universidad de Murcia; 2016.
  166. Domínguez LG, Arellano G, Leos H. Tiempo unipodal y caídas en el anciano. *Cir Cir*. 2007;75(2):107–12.
  167. Hurvitz EA, Richardson JK, Werner RA, Ruhl AM, Dixon MR. Unipedal stance testing as an indicator of fall risk among older outpatients. *Arch Phys Med Rehabil*. 2000 May;81(5):587–91.
  168. Rose DJ. Equilibrio y movilidad con personas mayores (2a. ed.). Barcelona: Editorial Paidotribo México; 2014.
  169. Rose DJ, Lucchese N, Wiersma LD. Development of a Multidimensional Balance Scale for Use With Functionally Independent Older Adults. *Arch Phys Med Rehabil*. 2006 Nov;87(11):1478–85.
  170. Klein PJ, Fiedler RC, Rose DJ. Rasch Analysis of the Fullerton Advanced Balance (FAB) Scale. *Physiother Can Physiothérapie Can*. 2011;63(1):115–25.
-

171. Wee JY, Bagg SD, Palepu A. The Berg balance scale as a predictor of length of stay and discharge destination in an acute stroke rehabilitation setting. *Arch Phys Med Rehabil.* 1999 Apr;80(4):448–52.
172. Macfarlane DJ, Chou KL, Cheng YH, Chi I. Validity and normative data for thirty-second chair stand test in elderly community-dwelling Hong Kong Chinese. *Am J Hum Biol Off J Hum Biol Counc.* 2006 Jun;18(3):418–21.
173. Rikli RE, Jones CJ. Functional Fitness Normative Scores for Community-Residing Older Adults, Ages 60-94. *J Aging Phys Act.* 1999 Apr;7(2):162–81.
174. Scott V, Votova K, Scanlan A, Close J. Multifactorial and functional mobility assessment tools for fall risk among older adults in community, home-support, long-term and acute care settings. *Age Ageing.* 2007 Mar;36(2):130–9.
175. Suzuki M, Fujisawa H, Suzuki H, Kawakami S, Murakami K, Miki C. Frequency analysis of the center of pressure in tandem stance in community-dwelling elderly. *J Phys Ther Sci.* 2017 May;29(5):828–31.
176. Murphy MA, Olson SL, Protas EJ, Overby AR. Screening for Falls in Community-Dwelling Elderly. *J Aging Phys Act.* 2003 Jan;11(1):66–80.
177. Hirase T, Inokuchi S, Matsusaka N, Okita M. Effectiveness of a balance-training program provided by qualified care workers for community-based older adults: A preliminary study. *Geriatr Nurs N Y N.* 2015 Jun;36(3):219–23.
178. Binder EF, Schechtman KB, Ehsani AA, Steger-May K, Brown M, Sinacore DR, et al. Effects of exercise training on frailty in community-dwelling older adults: results of a randomized, controlled trial. *J Am Geriatr Soc.* 2002 Dec;50(12):1921–8.
179. Halvarsson A, Oddsson L, Franzén E, Ståhle A. Long-term effects of a progressive and specific balance-training programme with multi-task exercises for older adults with osteoporosis: a randomized controlled study. *Clin Rehabil.* 2016 Nov;30(11):1049–59.
180. Chen T-Y, Edwards JD, Janke MC. The Effects of the A Matter of Balance Program on Falls and Physical Risk of Falls, Tampa, Florida, 2013. *Prev Chronic Dis.* 2015 Sep 24;12:E157.
181. Hars M, Herrmann FR, Fielding RA, Reid KF, Rizzoli R, Trombetti A. Long-term exercise in older adults: 4-year outcomes of music-based multitask training. *Calcif Tissue Int.* 2014 Nov;95(5):393–404.
182. Kyrdaalen IL, Moen K, Røysland AS, Helbostad JL. The Otago Exercise Program Performed as Group Training Versus Home Training in Fall-prone Older People: A Randomized Controlled Trial: Otago Exercise Program as Group or Home Training. *Physiother Res Int.* 2014 Jun;19(2):108–16.
183. Yeşilyaprak SS, Yıldırım MŞ, Tomruk M, Ertekin Ö, Algun ZC. Comparison of the effects of virtual reality-based balance exercises and conventional exercises on balance



- and fall risk in older adults living in nursing homes in Turkey. *Physiother Theory Pract.* 2016;32(3):191–201.
184. Jagdhane S, Kanekar N, Aruin AS. The Effect of a Four-Week Balance Training Program on Anticipatory Postural Adjustments in Older Adults: A Pilot Feasibility Study. *Curr Aging Sci.* 2016;9(4):295–300.
185. Bergamin M, Gobbo S, Bullo V, Zanutto T, Vendramin B, Duregon F, et al. Effects of a Pilates exercise program on muscle strength, postural control and body composition: results from a pilot study in a group of post-menopausal women. *Age Dordr Neth.* 2015 Dec;37(6):118.
186. Thomas M, Kalicinski M. The Effects of Slackline Balance Training on Postural Control in Older Adults. *J Aging Phys Act.* 2016;24(3):393–8.
187. Bieryla KA, Dold NM. Feasibility of Wii Fit training to improve clinical measures of balance in older adults. *Clin Interv Aging.* 2013;8:775–81.
188. Maritz CA, Silbernagel KG. A Prospective Cohort Study on the Effect of a Balance Training Program, Including Calf Muscle Strengthening, in Community-Dwelling Older Adults. *J Geriatr Phys Ther* 2001. 2016 Sep;39(3):125–31.
189. Donath L, Kurz E, Roth R, Hanssen H, Schmidt-Trucksäss A, Zahner L, et al. Does a single session of high-intensity interval training provoke a transient elevated risk of falling in seniors and adults? *Gerontology.* 2015;61(1):15–23.
190. Ochi A, Abe T, Yamada K, Ibuki S, Tateuchi H, Ichihashi N. Effect of balance exercise in combination with whole-body vibration on muscle activity of the stepping limb during a forward fall in older women: a randomized controlled pilot study. *Arch Gerontol Geriatr.* 2015 Apr;60(2):244–51.
191. Robinson L, Newton JL, Jones D, Dawson P. Promoting self-management and adherence with strength and balance training for older people with long-term conditions: a mixed-methods study. *J Eval Clin Pract.* 2014 Aug;20(4):318–26.
192. Pérez P, Martínez FM, Malafarina V, Tarazona FJ. A one-year proprioceptive exercise programme reduces the incidence of falls in community-dwelling elderly people: A before-after non-randomised intervention study. *Maturitas.* 2016 Dec;94:155–60.
193. Yan T, Wilber KH, Aguirre R, Trejo L. Do sedentary older adults benefit from community-based exercise? Results from the Active Start program. *The Gerontologist.* 2009 Dec;49(6):847–55.
194. Lee H-C, Chang K-C, Tsao J-Y, Hung J-W, Huang Y-C, Lin S-I, et al. Effects of a multifactorial fall prevention program on fall incidence and physical function in community-dwelling older adults with risk of falls. *Arch Phys Med Rehabil.* 2013 Apr;94(4):606–15, 615.e1.

- 
195. Li F, Harmer P, Stock R, Fitzgerald K, Stevens J, Gladieux M, et al. Implementing an evidence-based fall prevention program in an outpatient clinical setting. *J Am Geriatr Soc*. 2013 Dec;61(12):2142–9.
  196. El-Khoury F, Cassou B, Latouche A, Aegerter P, Charles M-A, Dargent-Molina P. Effectiveness of two year balance training programme on prevention of fall induced injuries in at risk women aged 75-85 living in community: Ossébo randomised controlled trial. *BMJ*. 2015;351:h3830.
  197. Chen MS, Lin TC, Jiang BC. Aerobic and resistance exercise training program intervention for enhancing gait function in elderly and chronically ill Taiwanese patients. *Public Health*. 2015 Aug;129(8):1114–24.
  198. Keay L, Praveen D, Salam A, Rajasekhar KV, Tiedemann A, Thomas V, et al. A mixed methods evaluation of yoga as a fall prevention strategy for older people in India. *Pilot Feasibility Stud*. 2018;4:74.
  199. Gouveia BR, Gonçalves Jardim H, Martins MM, Gouveia ÉR, de Freitas DL, Maia JA, et al. An evaluation of a nurse-led rehabilitation programme (the ProBalance Programme) to improve balance and reduce fall risk of community-dwelling older people: A randomised controlled trial. *Int J Nurs Stud*. 2016 Apr;56:1–8.
  200. Lee I-H, Park S-Y. Balance improvement by strength training for the elderly. *J Phys Ther Sci*. 2013 Dec;25(12):1591–3.
  201. Sucuoglu H, Tuzun S, Akbaba YA, Uludag M, Gokpinar HH. Effect of Whole-Body Vibration on Balance Using Posturography and Balance Tests in Postmenopausal Women. *Am J Phys Med Rehabil Assoc Acad Physiatr*. 2015 Jul;94(7):499–507.
  202. Nematollahi A, Kamali F, Ghanbari A, Etminan Z, Sobhani S. Improving Balance in Older People: A Double-Blind Randomized Clinical Trial of Three Modes of Balance Training. *J Aging Phys Act*. 2015 Jul 23;
  203. Halvarsson A, Franzén E, Farén E, Olsson E, Oddsson L, Ståhle A. Long-term effects of new progressive group balance training for elderly people with increased risk of falling - a randomized controlled trial. *Clin Rehabil*. 2013 May;27(5):450–8.
  204. Kurz I, Gimmon Y, Shapiro A, Debi R, Snir Y, Melzer I. Unexpected perturbations training improves balance control and voluntary stepping times in older adults - a double blind randomized control trial. *BMC Geriatr*. 2016 Mar 4;16:58.
  205. Nadkarni NK, Perera S, Studenski SA, Rosano C, Aizenstein HJ, VanSwearingen JM. Callosal hyperintensities and gait speed gain from two types of mobility interventions in older adults. *Arch Phys Med Rehabil*. 2015 Jun;96(6):1154–7.
  206. Halvarsson A, Franzén E, Ståhle A. Balance training with multi-task exercises improves fall-related self-efficacy, gait, balance performance and physical function in older adults with osteoporosis: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil*. 2015 Apr;29(4):365–75.
-

- 
207. Sousa N, Mendes R, Silva A, Oliveira J. Combined exercise is more effective than aerobic exercise in the improvement of fall risk factors: a randomized controlled trial in community-dwelling older men. *Clin Rehabil*. 2017 Apr;31(4):478–86.
208. de Oliveira MR, da Silva RA, Dascal JB, Teixeira DC. Effect of different types of exercise on postural balance in elderly women: a randomized controlled trial. *Arch Gerontol Geriatr*. 2014 Dec;59(3):506–14.
209. Ansai JH, Aurichio TR, Gonçalves R, Rebelatto JR. Effects of two physical exercise protocols on physical performance related to falls in the oldest old: A randomized controlled trial. *Geriatr Gerontol Int*. 2016 Apr;16(4):492–9.
210. Hong J, Kong H-J, Yoon H-J. Web-Based Telepresence Exercise Program for Community-Dwelling Elderly Women With a High Risk of Falling: Randomized Controlled Trial. *JMIR MHealth UHealth*. 2018 May 28;6(5):e132.
211. Kuijlaars IAR, Sweerts L, Nijhuis-van der Sanden MWG, van Balen R, Staal JB, van Meeteren NLU, et al. Effectiveness of Supervised Home-Based Exercise Therapy Compared to a Control Intervention on Functions, Activities, and Participation in Older Patients After Hip Fracture: A Systematic Review and Meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil*. 2018 Jun 7.
212. Leijon ME, Faskunger J, Bendtsen P, Festin K, Nilsen P. Who is not adhering to physical activity referrals, and why? *Scand J Prim Health Care*. 2011 Dec;29(4):234–40.
213. Nicholson VP, McKean MR, Burkett BJ. Twelve weeks of BodyBalance® training improved balance and functional task performance in middle-aged and older adults. *Clin Interv Aging*. 2014;9:1895–904.
214. Pata RW, Lord K, Lamb J. The effect of Pilates based exercise on mobility, postural stability, and balance in order to decrease fall risk in older adults. *J Bodyw Mov Ther*. 2014 Jul;18(3):361–7.
215. Farrance C, Tsofliou F, Clark C. Adherence to community based group exercise interventions for older people: A mixed-methods systematic review. *Prev Med*. 2016 Jun;87:155–66.
216. Nicolson PJA, Bennell KL, Dobson FL, Van Ginckel A, Holden MA, Hinman RS. Interventions to increase adherence to therapeutic exercise in older adults with low back pain and/or hip/knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*. 2017 May;51(10):791–9.
217. Sicilia Á, González-Cutre D, Artés EM, Orta A, Casimiro AJ, Ferriz R. Motivos de los ciudadanos para realizar ejercicio físico: un estudio desde la teoría de la autodeterminación. *Rev Latinoam Psicol*. 2014;46(2):83–91.
218. Ward K. Effectiveness of Fallproof™ home-based DVD program in improving balance, select functional fitness parameters, and balance-related self-confidence among community dwelling older adults who have been identified as moderate to high risk of falls [Tesis doctoral]. [Sacramento]: California State University; 2010.
-

- 
219. Mendoza NM, Arias ED. "I am active": effects of a program to promote active aging. *Clin Interv Aging*. 2015;10:829–37.
  220. Binder EF, Schechtman KB, Ehsani AA, Steger-May K, Brown M, Sinacore DR, et al. Effects of exercise training on frailty in community-dwelling older adults: results of a randomized, controlled trial. *J Am Geriatr Soc*. 2002 Dec;50(12):1921–8.
  221. Markovic G, Sarabon N, Greblo Z, Krizanic V. Effects of feedback-based balance and core resistance training vs. Pilates training on balance and muscle function in older women: a randomized-controlled trial. *Arch Gerontol Geriatr*. 2015 Oct;61(2):117–23.
  222. Hawley-Hague H, Roden A, Abbott J. The evaluation of a strength and balance exercise program for falls prevention in community primary care. *Physiother Theory Pract*. 2017 Aug;33(8):611–21.
  223. Silva MR, Alberton CL, Portella EG, Nunes GN, Martin DG, Pinto SS. Water-based aerobic and combined training in elderly women: Effects on functional capacity and quality of life. *Exp Gerontol*. 2018 Jun;106:54–60.
  224. Viladrosa M, Lavedán A, Jürschik P, Mas-Alòs S, Planas-Anzano A, Masot O. Differences in fitness level between women aged 60 and over participating in three different supervised exercise programs and a sedentary group. *J Women Aging*. 2018 Aug;30(4):326–43.
  225. Otero M, Esain I, González-Suarez ÁM, Gil SM. The effectiveness of a basic exercise intervention to improve strength and balance in women with osteoporosis. *Clin Interv Aging*. 2017;12:505–13.
  226. Costa O, Lopes GS, de Matos DG, Mazini ML, Aidar FJ, Fernandes S, et al. Impact of two hydrogymnastics class methodologies on the functional capacity and flexibility of elderly women. *J Sports Med Phys Fitness*. 2017 Dec 15.
  227. Pan J, Liu C, Zhang S, Li L. Tai Chi Can Improve Postural Stability as Measured by Resistance to Perturbation Related to Upper Limb Movement among Healthy Older Adults. *Evid-Based Complement Altern Med ECAM*. 2016;2016:9710941.
  228. Ramsbottom R, Ambler A, Potter J, Jordan B, Nevill A, Williams C. The effect of 6 months training on leg power, balance, and functional mobility of independently living adults over 70 years old. *J Aging Phys Act*. 2004 Oct;12(4):497–510.
  229. Puszczalowska-Lizis E, Bujas P, Jandzis S, Omorczyk J, Zak M. Inter-gender differences of balance indicators in persons 60-90 years of age. *Clin Interv Aging*. 2018;13:903–12.
  230. Abellan, A. La obesidad en las personas mayores, un problema de salud pública. [Internet]. *Envejecimiento en red*. 2016 [citado 14 Oct 2018]. Disponible en: <http://envejecimiento.csic.es/documentos/blog/La-obesidad-en-las-personas-mayores.pdf>
-

- 
231. Lee KYT, Hui-Chan CWY, Tsang WWN. The effects of practicing sitting Tai Chi on balance control and eye-hand coordination in the older adults: a randomized controlled trial. *Disabil Rehabil.* 2015;37(9):790–4.
  232. Rogge A-K, Röder B, Zech A, Hötting K. Exercise-induced neuroplasticity: Balance training increases cortical thickness in visual and vestibular cortical regions. *NeuroImage.* 2018 Oct 1;179:471–9.
  233. Hackney ME, Hall CD, Echt KV, Wolf SL. Multimodal Exercise Benefits Mobility in Older Adults With Visual Impairment: A Preliminary Study. *J Aging Phys Act.* 2015 Oct;23(4):630–9.
  234. Barban F, Annicchiario R, Melideo M, Federici A, Lombardi MG, Giuli S, et al. Reducing Fall Risk with Combined Motor and Cognitive Training in Elderly Fallers. *Brain Sci.* 2017 Feb 10;7(2).
  235. Fraser SA, Li KZ-H, Berryman N, Desjardins-Crépeau L, Lussier M, Vadaga K, et al. Does Combined Physical and Cognitive Training Improve Dual-Task Balance and Gait Outcomes in Sedentary Older Adults? *Front Hum Neurosci.* 2016;10:688.
  236. Son N-K, Ryu YU, Jeong H-W, Jang Y-H, Kim H-D. Comparison of 2 Different Exercise Approaches: Tai Chi Versus Otago, in Community-Dwelling Older Women. *J Geriatr Phys Ther* 2001. 2016 Jun;39(2):51–7.
  237. Jarczok AD, Makwana N, Luscombe-Marsh N, Visvanathan R, Schultz TJ. Effectiveness of exercise interventions on physical function in community-dwelling frail older people: an umbrella review of systematic reviews. *JBIC Database Syst Rev Implement Rep.* 2018 Mar;16(3):752–75.
  238. Lesinski M, Hortobágyi T, Muehlbauer T, Gollhofer A, Granacher U. Effects of Balance Training on Balance Performance in Healthy Older Adults: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Med Auckl NZ.* 2015 Dec;45(12):1721–38.
  239. Cadore EL, Rodríguez-Mañas L, Sinclair A, Izquierdo M. Effects of different exercise interventions on risk of falls, gait ability, and balance in physically frail older adults: a systematic review. *Rejuvenation Res.* 2013 Apr;16(2):105–14.
  240. Moposita ML. “Técnica de Frenkel versus técnica de Fallproof en el síndrome de caídas del adulto mayor de 65 a 75 años del hogar de ancianos Monseñor Tomás Romero de la Ciudad del Puyo” [Tesis doctoral]. Universidad Técnica de Ambato; 2014.
  241. de Negreiros K, Perracini MR, Soares AT, de Cristo F, Sera CTN, Tiedemann A, et al. Effectiveness of a multifactorial falls prevention program in community-dwelling older people when compared to usual care: study protocol for a randomised controlled trial (Prevquedas Brazil). *BMC Geriatr.* 2013 Mar 15;13:27.
  242. Miko I, Szerb I, Szerb A, Bender T, Poor G. Effect of a balance-training programme on postural balance, aerobic capacity and frequency of falls in women with osteoporosis: A randomized controlled trial. *J Rehabil Med.* 2018 Jun 15;50(6):542–7.
-

- 
243. Kovács E, Sztruhár Jónásné I, Karóczy CK, Korpos A, Gondos T. Effects of a multimodal exercise program on balance, functional mobility and fall risk in older adults with cognitive impairment: a randomized controlled single-blind study. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2013 Oct;49(5):639–48.
244. Liu-Ambrose T, Donaldson MG, Ahamed Y, Graf P, Cook WL, Close J, et al. Otago home-based strength and balance retraining improves executive functioning in older fallers: a randomized controlled trial. *J Am Geriatr Soc.* 2008 Oct;56(10):1821–30.
245. Campbell AJ, Robertson MC, Gardner MM, Norton RN, Tilyard MW, Buchner DM. Randomised controlled trial of a general practice programme of home based exercise to prevent falls in elderly women. *BMJ.* 1997 Oct 25;315(7115):1065–9.
246. Campbell AJ, Robertson MC, Gardner MM, Norton RN, Buchner DM. Falls prevention over 2 years: a randomized controlled trial in women 80 years and older. *Age Ageing.* 1999 Oct;28(6):513–8.
247. Light K, Bishop M, Wright T. Telephone Calls Make a Difference in Home Balance Training Outcomes: A Randomized Trial. *J Geriatr Phys Ther* 2001. 2016 Sep;39(3):97–101.
248. Bernard PL, Blain H, Tallon G, Ninot G, Jaussent A, Picot MC, et al. Influence of a brisk walking program on postural responses in sedentary older women: a randomised trial. *Aging Clin Exp Res.* 2018 May;30(5):433–40.
249. Chuter VH, de Jonge XAKJ, Thompson BM, Callister R. The efficacy of a supervised and a home-based core strengthening programme in adults with poor core stability: a three-arm randomised controlled trial. *Br J Sports Med.* 2015 Mar;49(6):395–9.
250. Grant RW, Mariani RA, Vieira VJ, Fleshner M, Smith TP, Keylock KT, et al. Cardiovascular exercise intervention improves the primary antibody response to keyhole limpet hemocyanin (KLH) in previously sedentary older adults. *Brain Behav Immun.* 2008 Aug;22(6):923–32.
251. Woods JA, Keylock KT, Lowder T, Vieira VJ, Zelkovich W, Dumich S, et al. Cardiovascular exercise training extends influenza vaccine seroprotection in sedentary older adults: the immune function intervention trial. *J Am Geriatr Soc.* 2009 Dec;57(12):2183–91.
252. Vaz Fragoso CA, Beavers DP, Anton SD, Liu CK, McDermott MM, Newman AB, et al. Effect of Structured Physical Activity on Respiratory Outcomes in Sedentary Elderly Adults with Mobility Limitations. *J Am Geriatr Soc.* 2016 Mar;64(3):501–9.
253. Roma MFB, Busse AL, Betoni RA, Melo AC de, Kong J, Santarem JM, et al. Effects of resistance training and aerobic exercise in elderly people concerning physical fitness and ability: a prospective clinical trial. *Einstein Sao Paulo Braz.* 2013 Jun;11(2):153–7.
254. Landers-Ramos RQ, Corrigan KJ, Guth LM, Altom CN, Spangenburg EE, Prior SJ, et al. Short-term exercise training improves flow-mediated dilation and circulating
-

- 
- angiogenic cell number in older sedentary adults. *Appl Physiol Nutr Metab Physiol Appl Nutr Metab*. 2016 Aug;41(8):832–41.
255. Levis S, Gómez-Marín O. Vitamin D and Physical Function in Sedentary Older Men. *J Am Geriatr Soc*. 2017 Feb;65(2):323–31.
256. Irvine AB, Gelatt VA, Seeley JR, Macfarlane P, Gau JM. Web-based intervention to promote physical activity by sedentary older adults: randomized controlled trial. *J Med Internet Res*. 2013 Feb 5;15(2):e19.
257. Sitjà M, Martínez MJ, Fort A, Rey F, Romero D, Bonfill X. Effects of a whole body vibration (WBV) exercise intervention for institutionalized older people: a randomized, multicentre, parallel, clinical trial. *J Am Med Dir Assoc*. 2015 Feb;16(2):125–31.
258. Mikó I, Szerb I, Szerb A, Poor G. Effectiveness of balance training programme in reducing the frequency of falling in established osteoporotic women: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil*. 2017 Feb;31(2):217–24.
259. Cancela JM, Ayán C, Sturzinger L, Gonzalez G. Relationship Between Body Mass Index and Static and Dynamic Balance in Active and Inactive Older Adults. *J Geriatr Phys Ther* 2001. 2018 May 23.
260. Yoo H-N, Chung E, Lee B-H. The Effects of Augmented Reality-based Otago Exercise on Balance, Gait, and Falls Efficacy of Elderly Women. *J Phys Ther Sci*. 2013 Jul;25(7):797–801.
-

---

---






## **9.- ANEXOS**

---


---

---

## ANEXO 1.- Aceptación del Comité de Bioética



UNIVERSIDAD  
DE SALAMANCA  
CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL



800 AÑOS  
1218 - 2018

COMITÉ DE BIOÉTICA (CBE)

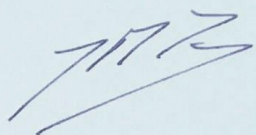
Edificio I+D+i  
C/ Espejo 2, 37007 Salamanca  
Tel . (34) 923 29 44 00 ext 1181  
e-mail: cbioetica@usal.es

REGISTRO UNICO  
UNIVERSIDAD DE SALAMANCA  
ENTRADA  
001 Nº. 201700014293  
28/04/2017 10:15:03

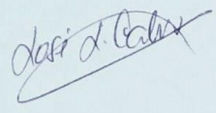

El Comité de Bioética de la Universidad de Salamanca, en su reunión extraordinaria del día 19 de abril de 2017, ha considerado las circunstancias que concurren en el proyecto de investigación titulado "**Eficacia de un programa de ejercicios basados en el control postural en personas mayores sedentarias.**", que tiene como investigador principal a la Dra. Fátima Pérez Robledo.

A la vista de la documentación presentada, este Comité ha acordado **informar favorablemente** el proyecto de investigación, ya que cumple los requisitos éticos requeridos para su ejecución.

Y para que así conste lo firmo en Salamanca a 25 de abril de 2017.



José Mª Díaz Mínguez  
Secretario del CBE



José Julián Calvo Andrés  
Presidente del CBE

## ANEXO 2.- Consentimiento informado



### CONSENTIMIENTO INFORMADO DEL PARTICIPANTE

Yo.....

DNI/Pasaporte.....

He leído la hoja informativa que me ha sido entregada.

He tenido oportunidad de efectuar preguntas sobre el estudio.

He recibido respuestas satisfactorias.

He recibido suficiente información en relación con el estudio.

He hablado con el Investigador: Fátima Pérez Robledo.

Entiendo que la participación es voluntaria.

Entiendo que puedo abandonar el estudio:

- Cuando lo desee.
- Sin que tenga que dar explicaciones.
- Sin que ello afecte a MIS cuidados médicos.

También he sido informado de forma clara, precisa y suficiente de los siguientes extremos que afectan a los datos personales que se contienen en este consentimiento y en la ficha o expediente que se abra para la investigación:

- Estos datos serán tratados y custodiados con respeto a mi intimidad y a la vigente normativa de protección de datos.
- Sobre estos datos me asisten los derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición que podré ejercitar mediante solicitud ante el investigador responsable en la dirección de contacto que figura en este documento.





• **Estos datos no podrán ser cedidos sin mi consentimiento expreso y no lo otorgo en este acto.**

Doy mi consentimiento sólo para la extracción necesaria en la investigación de la que se me ha informado y para que sean utilizados mis datos exclusivamente en ella, sin posibilidad de compartir o ceder éstos, en todo o en parte, a ningún otro investigador, grupo o centro distinto del responsable de esta investigación o para cualquier otro fin.

Declaro que he leído y conozco el contenido del presente documento, comprendo los compromisos que asumo y los acepto expresamente. Y, por ello, firmo este consentimiento informado de forma voluntaria para MANIFESTAR MI DESEO DE PARTICIPAR EN ESTE ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN SOBRE LA EFICACIA DE UN PROGRAMA DE EJERCICIOS BASADOS EN EL CONTROL POSTURAL EN PERSONAS MAYORES SEDENTARIAS, hasta que decida lo contrario. Al firmar este consentimiento no renuncio a ninguno de mis derechos. Recibiré una copia de este consentimiento para guardarlo y poder consultarlo en el futuro.

**Nombre del participante colaborador:**

**DNI/Pasaporte**

**Firma:**

**Fecha:**

**Nombre del investigador:** FÁTIMA REZE ROBLEDO

**DNI:** 70896626-T

**Firma:**



## HOJA DE INFORMACIÓN Y CONSENTIMIENTO INFORMADO

### **Eficacia de un programa de ejercicios basados en el control postural en personas mayores sedentarias.**

Estimado/a .....

Se le ha invitado a participar en un estudio de investigación porque Ud. se encuentra dentro de los grupos de adultos mayores que pertenecen y pueden participar en actividades organizadas por la USAL junto con el Ayuntamiento de Salamanca. Por favor, tómese el tiempo que necesite para leer la siguiente información y consultar lo que desee. Pregúntele al investigador de este estudio si hay algo que no le queda claro o si desea obtener más información.

El objetivo del estudio es determinar los beneficios de un programa de ejercicios basado en el control postural en personas mayores sedentarias, así como su influencia sobre el riesgo de caídas y el equilibrio de los participantes.

Este estudio de investigación ha sido aprobado por el Comité de Bioética de la Investigación de la Universidad de Salamanca.

Mediante este documento, solicitamos su permiso para recoger información sobre su estado de salud y su evolución durante la duración del proceso de intervención. Se recogerá información sobre su evolución indistintamente que Ud. pertenezca a cualquiera de los tres grupos: todos ellos recibirán un cuaderno de ejercicios para realizar en el domicilio, y recibirán indicaciones y explicaciones acerca de los ejercicios para que se ejecuten de manera segura y puedan tener un efecto beneficioso sobre el estado físico de los participantes. Además los dos primeros grupos asistirán a una sesión semanal de ejercicios dirigidos por un fisioterapeuta, con el objetivo de aumentar los beneficios que pudieran ser percibidos a través de los ejercicios domiciliarios. Estos dos grupos se diferenciarán en función de si realizan o no algún tipo de actividad física alternativa. Por tanto, usted formará parte de uno de estos tres grupos sin conocer de cual se trata para poder comparar los resultados de los diferentes grupos.





VNiVERSIDAD  
D SALAMANCA  
CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL

La citada investigación tendrá una duración de nueve meses, a contar a partir de la fecha en que se firme el consentimiento informado. Se llevarán a cabo un total de 24 sesiones semanales con una duración estimada de una hora. Las sesiones serán grupales y realizadas en los centros de mayores Juan de la Fuente y Tierra Charra, pertenecientes al Ayuntamiento de Salamanca. En éstas, se realizarán ejercicios específicos para aumentar la fuerza muscular, mejorar la propiocepción y adquirir estrategias que disminuyan el riesgo de caídas de los participantes.

Usted puede decidir libremente si desea o no tomar parte en este estudio, la participación es totalmente voluntaria. Si decide participar, sigue teniendo la posibilidad de retirarse en cualquier momento y sin tener que dar explicaciones, y sin penalización alguna. Su decisión de retirarse no le afectará para nada. Cabe la posibilidad de que Ud. no se beneficie directamente de su participación en este estudio, pero estará colaborando en el desarrollo de nuevos programas de fisioterapia que ayuden a mantener o mejorar el equilibrio de personas mayores, así como a disminuir su riesgo de caídas.

Toda la información sobre sus resultados durante este estudio se tratará de manera estrictamente confidencial y anónima. Los datos recogidos estarán identificados mediante un código y sólo el equipo investigador podrá relacionar dichos datos con Ud. El equipo investigador asume la responsabilidad en la protección de datos de carácter personal.

Si los resultados del estudio fueran susceptibles de publicación en revistas científicas, en ningún momento se proporcionarán datos personales de los participantes en esta investigación. Sus datos personales estarán protegidos de acuerdo a lo establecido en el artículo 5 de la Ley Orgánica 15/1999 de 13 de diciembre de Protección de Datos de Carácter Personal, y el RD 1720/2007 por el que se aprueba el Reglamento de desarrollo de la Ley Orgánica 15/1999. Podrá ejercer su derecho a acceder, rectificar o cancelar sus datos contactando con el investigador de este estudio, cuyos datos se especifican al final de este documento.

Le solicitamos que no comente las características de los procedimientos o los objetivos de este experimento hasta que haya concluido toda la investigación.

Al final del estudio, si usted lo solicita, el equipo investigador le informará sobre los procedimientos, diseños, hipótesis, y/o los resultados globales de la investigación si



están disponibles, de conformidad con el artículo 27 de la Ley 14/2007 de Investigación Biomédica.

Si tiene alguna duda respecto al estudio, no dude en dirigirse a los investigadores.

Agradeciendo su colaboración y participación, reciba un cordial saludo.

Datos de contacto del equipo investigador:

Nombre: Fátima Pérez Robledo

Teléfono: +34 619 885 479



## ANEXO 3.- Cuaderno de ejercicios de Otago (140).

### CUADERNO DE EJERCICIOS PARA MEJORAR EL EQUILIBRIO EN EL DOMICILIO

Este cuaderno de ejercicios ha sido diseñado para que usted pueda mejorar:

- Su equilibrio.
- Su fuerza muscular.
- Su estado físico general.
- Su bienestar general.

Es necesario realizar los ejercicios tres veces cada semana. Puede dividirlos, no es necesario hacerlos todos en la misma sesión. Comience realizando los ejercicios que le resulten más sencillos y, según vaya notando una mejoría, comience a realizar los ejercicios que resulten más desafiantes.

Entre cada serie de ejercicios es aconsejable respirar profundamente tres o más veces.

Puede sentirse un poco entumecido después de la primera vez que realice los ejercicios. Esto es bastante normal. Se debe a que se usan músculos que es posible que no estén bien ejercitados. Es importante que continúe con el entrenamiento. La rigidez dejará de aparecer una vez que los ejercicios se vayan haciendo más familiares.

#### Seguridad

Nunca realice los ejercicios apoyándose en objetos que puedan moverse, por ejemplo una silla. Utilice siempre superficies estables, como puede ser un banco, o una mesa sólida.

Avisé a su médico si, mientras realiza el entrenamiento, experimenta:

- Mareos.
- Dolor de pecho.
- Falta de aliento (no es capaz de hablar porque le falta el aliento).

#### Caminar

Caminar es una forma excelente de mejorar su estado físico general.

Intente dar un paseo los días que no realice los ejercicios.

Intente incrementar la distancia que camina y el tiempo que invierte en caminar. Aproveche los días que haga buen tiempo para ir caminando a los sitios.

#### Consejos para caminar

- Lleve ropa y calzado cómodo.
- Comience con un calentamiento – Marcha en el sitio durante dos minutos.


#### Cuando camine

- Los hombros están relajados y los brazos se balancean suavemente.
- La mirada se dirige hacia delante, no hacia abajo.
- En cada paso, debe apoyar primero el talón y después los dedos de los pies.
- Termine con una vuelta a la calma – Marcha en el sitio durante dos minutos.
- Disfrute del paseo.

### CALENTAMIENTO


#### Movimientos de cabeza.

- Póngase de pie y mire hacia delante.
- Gire lentamente la cabeza lo más que pueda hacia la derecha.
- Gire lentamente la cabeza lo más que pueda hacia la izquierda.
- Repita el ejercicio 5 veces hacia cada lado.




#### Movimientos de cuello.

- Póngase de pie y mire hacia delante.
- Coloque una mano en la barbilla.
- Guíe la cabeza hacia atrás.
- Repita el ejercicio 5 veces.




#### Extensión de la espalda.

- Póngase de pie con los pies separados a la anchura de los hombros.
- Coloque las manos en la parte baja de la espalda.
- Arquee ligeramente la espalda.
- Repita el ejercicio 5 veces.




#### Movimientos del tronco.

- Póngase de pie y coloque sus manos en las caderas.
- No mueva sus caderas.
- Gire hasta que pueda hacia la derecha, con comodidad.
- Gire hasta que pueda hacia la izquierda, con comodidad.
- Repita el ejercicio 5 veces para cada lado.



#### Movimientos del tobillo.

- Póngase de pie o siéntese.
- Estire el pie hacia usted y luego, apunte el pie hacia abajo.
- Repita 10 veces con cada pie.



## EJERCICIOS DE FUERZA MUSCULAR

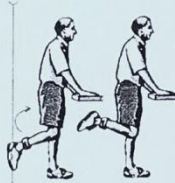
### Ejercicio de fortalecimiento de la parte delantera de la rodilla.

- Coloque, si es posible, una pesa alrededor del tobillo.
- Siéntese en una silla con la espalda bien apoyada.
- Estire la pierna.
- Baje la pierna.
- Repita 10 veces el ejercicio con cada pierna.



### Ejercicio de fortalecimiento de la parte posterior de la rodilla.

- Coloque, si es posible, una pesa alrededor del tobillo.
- Póngase de pie frente a una mesa con las dos manos en la mesa.
- Doble la rodilla, acercando el pie hacia los glúteos.
- Regrese a la posición inicial.
- Repita el ejercicio 10 veces con cada pierna.



### Ejercicio de fortalecimiento de la cadera.

- Coloque, si es posible, una pesa alrededor del tobillo.
- Póngase de pie frente a una mesa y apóyese sobre ella.
- Mantenga la pierna que está haciendo el ejercicio estirada y la punta del pie mirando hacia delante.
- Levante la pierna hacia un lado y vuelva a la posición inicial.
- Repita el ejercicio 10 veces con cada pierna.



### Elevaciones de puntillas – Con apoyo.

- Póngase de pie frente a una mesa.
- Apóyese en la mesa y mire hacia delante.
- Los pies deben situarse a la anchura de los hombros.
- Levántese sobre las puntas de los pies.
- Baje los talones al suelo.
- Repita el ejercicio 10 veces.



### Elevaciones de puntillas – Sin apoyo.

- Póngase de pie cerca de una mesa y mire hacia delante.
- Los pies deben situarse a la anchura de los hombros.
- Levántese sobre las puntas de los pies.
- Baje los talones al suelo.
- Repita este ejercicio 10 veces.



### Elevaciones sobre talones – Sin apoyo.

- Póngase de pie cerca de una mesa y mire hacia delante.
- Los pies deben situarse a la anchura de los hombros.
- Cargue su peso sobre los talones, levantando la punta del pie del suelo.
- Baje la punta de los pies al suelo.
- Repita el ejercicio 10 veces.



### Elevaciones sobre talones – Con apoyo.

- Póngase de pie cerca de una mesa.
- Apóyese en la mesa y mire hacia delante.
- Los pies deben situarse a la anchura de los hombros.
- Cargue su peso sobre los talones, levantando la punta del pie del suelo.
- Baje la punta de los pies al suelo.
- Repita el ejercicio 10 veces.



## EJERCICIOS DE EQUILIBRIO

### Doblar la rodilla – Con apoyo.

- Póngase de pie frente a una mesa con las dos manos apoyadas.
- Coloque los pies a la anchura de los hombros.
- Agáchese a medio camino, doblando las rodillas.
- Las rodillas se mueven alineadas con los pies.
- Cuando sienta que sus talones comienzan a levantarse, enderécese.
- Repita 10 veces este ejercicio.



**Doblar la rodilla – Sin apoyo.**

- Póngase de pie cerca de una mesa y mire hacia delante.
- Coloque los pies a la anchura de los hombros.
- Agáchese a medio camino, doblando las rodillas.
- Las rodillas se mueven alineadas con los pies.
- Cuando sienta que sus talones comienzan a levantarse, enderézese.
- Repita 10 veces este ejercicio.

**Caminar hacia atrás – Con apoyo.**

- Póngase de pie y apóyese sobre una mesa.
- Camine 10 pasos hacia atrás.
- De la vuelta y apóyese con la otra mano.
- Camine 10 pasos hacia atrás hasta el principio.
- Repita este ejercicio 5 veces.

**Caminar hacia atrás – Sin apoyo.**

- Póngase de pie cerca de una mesa y mire hacia delante.
- Camine 10 pasos hacia atrás.
- De la vuelta.
- Camine 10 pasos hacia atrás hasta el principio.
- Repita este ejercicio 5 veces.

**Caminar y dar la vuelta.**

- Póngase de pie cerca de una mesa.
- Camine a su ritmo regular.
- De la vuelta hacia su lado derecho.
- Camine de nuevo hasta su posición inicial.
- De la vuelta hacia su izquierda.
- El ejercicio es un movimiento en forma de 8.
- Repita este movimiento 5 veces.

**Caminar hacia los lados.**

- Póngase de pie cerca de una mesa y coloque las manos sobre las caderas.
- De 10 pasos a la derecha.
- De 10 pasos a la izquierda.
- Repita el ejercicio 5 veces hacia cada lado.

**De pie, con los pies en línea – Con apoyo.**

- Póngase de pie al lado de una mesa.
- Apóyese en la mesa y mire hacia delante.
- Coloque un pie directamente delante del otro pie, tocando el talón del pie delantero con la punta del pie de atrás, formando sus pies una línea recta.
- Mantenga esta posición durante 10 segundos.
- Cambie de los pies, colocando el pie que estaba atrás, ahora como pie delantero.
- Mantenga esta posición durante 10 segundos.

**De pie, con los pies en línea – Sin apoyo.**

- Póngase de pie cerca de una mesa y mire hacia delante.
- Coloque un pie directamente delante del otro pie, tocando el talón del pie delantero con la punta del pie de atrás, formando sus pies una línea recta.
- Mantenga esta posición durante 10 segundos.
- Cambie de los pies, colocando el pie que estaba atrás, ahora como pie delantero.
- Mantenga esta posición durante 10 segundos.

**Caminar con los pies en línea – Con apoyo.**

- Póngase de pie al lado de una mesa.
- Apóyese y mire hacia delante.
- Coloque un pie directamente delante del otro para que el talón toque con la punta del pie de atrás.
- A continuación, coloque el pie atrasado por delante del mismo modo.
- Repita el movimiento durante 10 pasos más, caminando en una línea recta.
- De la vuelta.
- Repita el ejercicio 5 veces.

**Caminar con los pies en línea – Sin apoyo.**

- Póngase de pie cerca de una mesa y mire hacia delante.
- Coloque un pie directamente delante del otro para que el talón toque con la punta del pie de atrás.
- A continuación, coloque el pie atrasado por delante del mismo modo.
- Repita el movimiento durante 10 pasos más, caminando en una línea recta.
- De la vuelta.
- Repita el ejercicio 5 veces.

**De pie, sobre una pierna – Con apoyo.**

- Póngase de pie al lado de una mesa.
- Apóyese y mire hacia delante.
- Manténgase sobre una pierna.
- Trate de mantener la posición durante 10 segundos.
- Manténgase sobre la otra pierna.
- Trate de mantener la posición durante 10 segundos.
- Repita el ejercicio 5 veces con cada pierna.





**De pie, sobre una pierna – Sin apoyo.**

- Póngase de pie cerca de una mesa y mire hacia delante.
- Manténgase sobre una pierna.
- Trate de mantener la posición durante 10 segundos.
- Manténgase sobre la otra pierna.
- Trate de mantener la posición durante 10 segundos.
- Repita el ejercicio 5 veces con cada pierna.



**De pie, sobre una pierna – Sin apoyo.**

- Póngase de pie cerca de una mesa y mire hacia delante.
- Manténgase sobre una pierna.
- Trate de mantener la posición durante 30 segundos.
- Manténgase sobre la otra pierna.
- Trate de mantener la posición durante 30 segundos.
- Repita el ejercicio 5 veces con cada pierna.



**Caminar sobre los talones – Con apoyo.**

- Póngase de pie al lado de una mesa.
- Apóyese y mire hacia delante.
- Cargue su peso sobre los talones, levantando la punta del pie del suelo.
- Camine 10 pasos sobre sus talones.
- Baje las puntas al suelo y de la vuelta.
- Camine hasta la posición inicial de nuevo sobre los talones.
- Repita el ejercicio 5 veces.



**Caminar sobre los talones – Sin apoyo.**

- Póngase de pie cerca de una mesa y mire hacia delante.
- Cargue su peso sobre los talones, levantando la punta del pie del suelo.
- Camine 10 pasos sobre sus talones.
- Baje las puntas al suelo y de la vuelta.
- Camine hasta la posición inicial de nuevo sobre los talones.
- Repita el ejercicio 5 veces.



**Caminar sobre las puntas de los pies – Con apoyo.**

- Póngase de pie al lado de una mesa.
- Apóyese y mire hacia delante.
- Levántese sobre las puntas de los pies.
- Camine 10 pasos sobre las puntas de los pies.
- Baje los talones al suelo y de la vuelta.
- Camine hasta la posición inicial de nuevo sobre las puntas de los pies.
- Repita el ejercicio 5 veces.



**Caminar sobre las puntas de los pies – Sin apoyo.**

- Póngase de pie cerca de una mesa y mire hacia delante.
- Levántese sobre las puntas de los pies.
- Camine 10 pasos sobre las puntas de los pies.
- Baje los talones al suelo y de la vuelta.
- Camine hasta la posición inicial de nuevo sobre las puntas de los pies.
- Repita el ejercicio 5 veces.



**Caminar hacia atrás con los pies en línea.**

- Póngase de pie cerca de una mesa y mire hacia delante.
- Coloque un pie directamente detrás del otro, formando una línea.
- A continuación, repita el movimiento con el pie que estaba delante, colocándolo detrás.
- Repita 10 pasos más.
- De la vuelta.
- Repita el ejercicio 5 veces.



**Sentarse y levantarse con las dos manos.**

- Siéntese en una silla que no sea demasiado baja.
- Coloque los pies detrás de las rodillas.
- Inclínese hacia delante sobre sus rodillas.
- Empuje con las dos manos para levantarse.
- Repita el ejercicio 10 veces.



**Sentarse y levantarse con una mano.**

- Siéntese en una silla que no sea demasiado baja.
- Coloque los pies detrás de las rodillas.
- Inclínese hacia delante sobre sus rodillas.
- Utilice una mano para ayudarlo a levantarse.
- Repita el ejercicio 10 veces.

**Sentarse y levantarse sin manos.**

- Siéntese en una silla que no sea demasiado baja.
- Coloque los pies detrás de las rodillas.
- Inclínese hacia delante sobre sus rodillas.
- Póngase de pie sin usar las manos.
- Repita el ejercicio 10 veces.

**Subir y bajar escalones.**

- Agárrese de la barandilla para realizar este ejercicio.
- Suba y baje las escaleras.

**RECUERDE:**

- Utilice ropa y calzado cómodos para realizar los ejercicios. Hidrátese durante la sesión.
- Es importante realizar estos ejercicios al menos tres veces por semana para conseguir los beneficios del programa.
- No es necesario realizar todos los ejercicios cada día, vaya adaptando la intensidad a su capacidad. Adapte el número de repeticiones de cada ejercicio, la cantidad de series, el número de ejercicios o la colocación o no de pesas (para los ejercicios de fuerza muscular).
- Es importante que no aparezca dolor durante la realización de los ejercicios. Si presenta alguno de los síntomas antes descritos, consulte con su médico.
- Caminar es una actividad complementaria muy beneficiosa. Camine al menos tres días por semana durante 30 minutos. Es importante que adapte la intensidad y vaya aumentándola progresivamente.





## **10.- TABLAS, GRÁFICOS E IMÁGENES**

---





## 10.1.- ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Población mayor de diferentes países en 2015 y la esperada para el año 2060. ....	52
Tabla 2.- Clasificación de las diferentes teorías del envejecimiento .....	56
Tabla 3.- Factores de riesgo para el envejecimiento muscular y óseo.....	69
Tabla 4.- Patologías más frecuentes en la población mayor española. ....	77
Tabla 5.- Porcentaje de personas sedentarias en España, en los diferentes grupos de edad, en total y por sexos .....	110
Tabla 6.- Indicadores españoles para el descenso de la población inactiva .....	115
Tabla 7.- Secuencia del estudio. ....	128
Tabla 8.- Planificación de las sesiones. ....	160
Tabla 9.- Clasificación del IMC según la OMS.....	166
Tabla 10.- Escala de Tinetti. ....	170
Tabla 11.- Clasificación del estado funcional de los adultos mayores según los resultados obtenidos en el 30SCST .....	180
Tabla 12.- Variables de estudio. ....	189
Tabla 13.- Tabla cruzada del IMC inicial categorizado por sexo según OMS .....	198
Tabla 14.- Comparación de medias sobre los resultados obtenidos en las diferentes pruebas funcionales, durante la evaluación inicial, en los dos niveles de actividad física. ....	205
Tabla 15.- Comparación de medias sobre los resultados obtenidos en las diferentes pruebas funcionales, durante la evaluación inicial, en los tres niveles de edad. ....	209
Tabla 16.- Resultados obtenidos por los grupos de estudio en las diferentes variables somáticas y antropométricas. ....	217
Tabla 17.- Valores obtenidos en las diferentes pruebas funcionales durante la evaluación inicial .....	220
Tabla 18.- Valores obtenidos en las diferentes pruebas funcionales atendiendo a su edad y grupo. ....	222
Tabla 19.- Comparación de medias de los resultados obtenidos entre las evaluaciones inicial y final en los dos grupos de intervención.....	227
Tabla 20.- Comparación de medias de los resultados obtenidos entre las evaluaciones inicial y final entre los tres grupos de intervención: GIA, GIS y GC.....	229

---

Tabla 21.- Resultados de la intervención sobre la escala de Tinetti en su apartado de marcha por grupos de edad y por grupos de intervención. ....	234
Tabla 22.- Resultados de la intervención sobre la escala de Tinetti en su apartado de equilibrio por grupos de edad y por grupos de intervención. ....	235
Tabla 23.-Resultados de la intervención sobre la escala de Tinetti en su puntuación total por grupos de edad y por grupos de intervención. ....	235
Tabla 24.- Resultados de la intervención en el OLS sobre el pie derecho por grupos de edad y por grupos de intervención.....	236
Tabla 25.- Resultados de la intervención en el OLS sobre el pie izquierdo por grupos de edad y por grupos de intervención. ....	237
Tabla 26.- Resultados de la intervención en la FAB por grupos de edad y por grupos de intervención.....	237
Tabla 27.- Resultados de la intervención en la FAB por grupos de edad y por grupos de intervención.....	238
Tabla 28.- Resultados de la intervención en la FAB por grupos de edad y por grupos de intervención.....	239
Tabla 29.- Análisis de la varianza en la diferencia entre el número de caídas antes y después de la intervención en los tres grupos de intervención: GIA, GIS, GC. ....	242

## 10.2.- ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.- Número de personas en cada grupo quinquenal de edad en Castilla y León. ....	53
Gráfico 2.- Número de personas en cada grupo quinquenal de edad en Salamanca .....	55
Gráfico 3.- Distribución de los años de vida perdidos debido a la discapacidad producida por las diferentes patologías.....	76
Gráfico 4.- Distribución de los años de vida perdidos por muerte producida por las diferentes patologías .....	76
Gráfico 5.- Prevalencia de caídas en personas institucionalizadas y personas que viven en la comunidad .....	81
Gráfico 6.- Porcentaje de personas que caen en función de el número de factores de riesgo presentes .....	92
Gráfico 7.- Porcentaje de población con comportamiento sedentario en los diferentes países europeos.....	106
Gráfico 8.- Porcentaje poblacional que no realizó ninguna actividad moderada o vigorosa en los 7 días previos a la encuesta. ....	108
Gráfico 9.- Porcentaje poblacional que no cumple con las recomendaciones de la OMS en los diferentes países europeos.....	108
Gráfico 10.- Porcentaje de personas sedentarias en España. En azul los hombres y en rojo las mujeres .....	109
Gráfico 11.- Distribución de la muestra inicial por sexos.....	194
Gráfico 12.- Distribución de la muestra inicial atendiendo a los distintos grupos de edad. ....	194
Gráfico 13.- Distribución de la muestra inicial atendiendo a su nivel de actividad física. ....	195
Gráfico 14.- Distribución de la muestra inicial atendiendo a su nivel de actividad física y su sexo. ....	195
Gráfico 15.- Incidencia de caídas de la muestra inicial por categorías. ....	196
Gráfico 16.- Distribución de la muestra inicial atendiendo a su IMC.....	197
Gráfico 17.- Distribución de la muestra inicial atendiendo a su riesgo de caídas según la escala de Tinetti.....	199

---

Gráfico 18.- Distribución de la muestra inicial atendiendo a su riesgo de caídas según el TUG. ....	200
Gráfico 19.- Distribución de la muestra inicial atendiendo a su riesgo de caídas según el OLS .....	201
Gráfico 20.- Distribución de la muestra inicial atendiendo al riesgo de caídas graves según el OLS .....	201
Gráfico 21.- Distribución de la muestra inicial atendiendo a su riesgo de caídas según la FAB. ....	202
Gráfico 22.- Distribución de la muestra inicial atendiendo a su condición física según el 30SCST. ....	203
Gráfico 23.- Distribución de la muestra inicial atendiendo al riesgo de caídas según el FSBT. ....	204
Gráfico 24.- Diferencias presentadas en la escala de Tinetti, en el apartado de marcha, entre los participantes activos y los sedentarios .....	206
Gráfico 25.- Diferencias presentadas en el 30SCST entre los participantes activos y sedentarios.....	207
Gráfico 26.- Diferencias presentadas en el TUG entre los participantes pertenecientes a los distintos grupos de edad .....	210
Gráfico 27.- Diferencias presentadas en el OLS sobre el pie derecho entre los participantes pertenecientes a los distintos grupos de edad .....	211
Gráfico 28.- Diferencias presentadas en la FAB entre los participantes pertenecientes a los distintos grupos de edad. ....	211
Gráfico 29.- Diferencias presentadas en la FSBT, en su apartado de apoyo monopodal, entre los participantes pertenecientes a los distintos grupos de edad.. ....	212
Gráfico 30.- Distribución de la muestra inicial por sexos.....	214
Gráfico 31.- Distribución de la muestra inicial por grupos de edad.....	215
Gráfico 32.- Distribución de la muestra por IMC y por grupo.....	216
Gráfico 33.- Porcentaje de personas con o sin caídas dentro de cada categoría y grupo.....	216
Gráfico 34.- Diferencias encontradas en la puntuación de la escala de Tinetti en las valoraciones inicial y final entre los distintos grupos de intervención .....	230
Gráfico 35.- Diferencias encontradas en el OLS sobre el pie derecho y el izquierdo en las valoraciones inicial y final entre los distintos grupos de intervención .....	231

---

---

Gráfico 36.- Diferencias encontradas en la FAB en las valoraciones inicial y final entre los distintos grupos de intervención. ....	231
Gráfico 37.- Diferencias encontradas en el 30SCST en las valoraciones inicial y final entre los distintos grupos de intervención .....	232
Gráfico 38.- Diferencias encontradas en el 30SCST en las valoraciones inicial y final entre los distintos grupos de intervención .....	233
Gráfico 39.- Diferencias encontradas en el TUG en las valoraciones inicial y final entre los distintos grupos de intervención. ....	233
Gráfico 40.- Diferencias presentadas en el FSBT, en su apartado de apoyo monopodal, en las valoraciones inicial y final entre los distintos grupos de edad.....	239
Gráfico 41.- Tasa de incidencia de caídas por persona y año en cada uno de los grupos de intervención, medidos al principio y al final de la intervención. ....	240
Gráfico 42.- Diferencia en los porcentajes de personas que caen una o más veces por categorías y por grupo de intervención. ....	241



---

## 10.3.- ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1.- Base de sustentación y área de apoyo. ....	28
Imagen 2.- Línea de gravedad de una persona en bipedestación .....	29
Imagen 3.- Extensión axial del bebé en diferentes edades. ....	33
Imagen 4.- Esquema de los principales efectores posturales. ....	40
Imagen 5.- Principales estrategias posturales .....	41
Imagen 6.- Pirámide de la población española .....	50
Imagen 7.- Proporción de adultos mayores en cada Comunidad Autónoma. ....	53
Imagen 8.- Proporción de adultos mayores en cada provincia .....	54
Imagen 9.- Principales problemas de salud asociados al sedentarismo. ....	112
Imagen 10.- Principales relaciones establecidas con un estilo de vida sedentario. ....	113
Imagen 11.- Calentamiento. ....	133
Imagen 12.- Ejercicios de fuerza muscular y resistencia. ....	141
Imagen 13.- Ejercicios individuales de control postural. ....	150
Imagen 14.- Ejercicios grupales de control postural. ....	157
Imagen 15.- Estiramientos. ....	158
Imagen 16.- Ficha de evaluación. ....	161
Imagen 17.- Posición de los pies en las cuatro partes de la prueba FSBT. ....	181
Imagen 18.- Diagrama de flujo al inicio del programa. ....	213
Imagen 19.- Diagrama de flujo de los participantes durante el estudio. ....	225

